

Adriana Freitas Neves
Maria Helena de Paula
Petrus Henrique Ribeiro dos Anjos
(organizadores)
Amanda Gabrielle da Silva
(organizadora de área)

Estudos Interdisciplinares em
Ciências Biológicas, Saúde,
Engenharias e Gestão

Blucher

Estudos Interdisciplinares em Ciências Biológicas, Saúde, Engenharias e Gestão

© 2016 Adriana Freitas Neves, Maria Helena de Paula, Petrus Henrique Ribeiro dos Anjos, Amanda Gabrielle da Silva (organizadores)

Editora Edgard Blücher Ltda.

Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-934 – São Paulo – SP – Brasil

Tel 55 11 3078-5366

contato@blucher.com.br

www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer
meios, sem autorização escrita da Editora.

Todos os direitos reservados pela Editora
Edgard Blücher Ltda.

FICHA CATALOGRÁFICA

Estudos interdisciplinares em ciências biológicas,
saúde, engenharias e gestão / organizado por Adriana
Freitas Neves... [et al]. – São Paulo: Blucher, 2016.

312 p.: il.

Bibliografia

ISBN 978-85-8039-161-9 (e-book)

ISBN 978-85-8039-162-6 (impresso)

Open Access

1. Ciências da vida 2. Saúde 3. Engenharia
4. Administração I. Neves, Adriana Freitas

16-0424

CDD 001

Índice para catálogo sistemático:

1. Conhecimentos gerais

DIRIGENTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

Prof. Dr. Orlando Afonso Valle do Amaral – Reitor

Prof. Dr. Manoel Rodrigues Chaves – Vice-Reitor

Prof. Dr. Luiz Mello de Almeida Neto – Pró-Reitor de Graduação

Prof. Dr. José Alexandre Felizola Diniz Filho – Pró-Reitor de Pós-Graduação

Prof.^a Dr.^a Maria Clorinda Soares Fioravanti – Pró-Reitora de Pesquisa e Inovação

Prof.^a Dr.^a Giselle Ferreira Ottoni Candido – Pró-Reitora de Extensão e Cultura

Prof. Dr. Carlito Lariucci – Pró-Reitor de Administração e Finanças

Prof. Dr. Geci José Pereira da Silva – Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional e Recursos Humanos

Técnico de Laboratório Elson Ferreira de Moraes – Pró-Reitor de Assuntos da Comunidade Universitária

REGIONAL CATALÃO

Prof. Dr. Thiago Jabur Bittar – Diretor

Prof. Dr. Denis Rezende de Jesus – Vice-Diretor

Prof. Dr. Lincoln Lucílio Romualdo – Coordenador de Graduação

Prof.^a Dr.^a Maria Helena de Paula – Coordenadora Geral de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof.^a Dr.^a Renata Alessandra Evangelista – Coordenadora de Extensão e Cultura

Prof.^a Dr.^a Élide Alves da Silva – Coordenadora de Administração e Finanças

COMISSÃO CIENTÍFICA

Prof.^a Dr.^a Cláudia Tavares do Amaral

Prof.^a Dr.^a Cristiane da Silva Santos

Prof.^a Dr.^a Débora Machado Corrêa

Prof. Dr. Ed Carlo Rosa Paiva

Prof.^a Dr.^a Eliane Martins de Freitas

Prof.^a Dr.^a Fernanda Barros

Prof.^a Dr.^a Heliana Batista de Oliveira

Prof.^a Dr.^a Janaina Cassiano Silva

Prof.^a Dr.^a Luciana Borges

Prof. Dr. Lucio Aurélio Purcina

Prof. Dr. Luiz do Nascimento Carvalho

Prof. Dr. Maico Roris Severino

Prof. Me. Manoel Messias de Oliveira

Prof.^a Dr.^a Maria Rita de Cássia Santos

Prof.^a Dr.^a Neila Coelho de Sousa

Prof.^a M.^a Priscilla de Andrade Silva Ximenes

Prof. Dr. Solon Bevilacqua

Prof. Dr. Thiago Porto de Almeida Freitas

Prof. Dr. Wender Faleiro da Silva

Sobre os organizadores

Os organizadores gerais deste livro são professores da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão (UFG-RC), atuando em áreas distintas do conhecimento. A professora Adriana Freitas Neves é doutora em Genética e Bioquímica, trabalhando principalmente com marcadores moleculares para aplicação no diagnóstico e terapêutica de doenças que acometem a saúde humana e animal. A professora Maria Helena de Paula, doutora em Linguística e Língua Portuguesa, atua na área de teoria e análise linguísticas, com ênfase em estudos na interface língua e cultura, especialmente sobre o léxico do português. O professor Petrus Henrique Ribeiro dos Anjos, doutor em Física-Matemática, atua no desenvolvimento de resultados rigorosos em Mecânica Estatística e Mecânica Quântica.

A organizadora de área deste livro, Amanda Gabrielle da Silva, é mestra em Química pela UFG-RC e doutoranda pelo Programa de Ciências Exatas e Tecnológicas pela UFG-RC, desenvolvendo projeto de pesquisa com foco no uso da biologia e biotecnologia para estudo de doenças virais.

Apresentação

Este heterogêneo livro é composto por 19 textos completos e atuais sobre estudos interdisciplinares em ciências biológicas, saúde, engenharias e gestão, organizados a partir dos trabalhos apresentados no III Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (III SPPGI), da Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás (UFG-RC) e produzido com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG). De modo a facilitar a identificação dos trabalhos por similaridades entre essas diferentes áreas do conhecimento, o livro foi dividido em três partes: a primeira é composta por trabalhos da área de administração e gestão organizacional; na Parte II estão aqueles relacionados às áreas biológicas e saúde; e, por fim, na última estão os trabalhos das engenharias.

Os trabalhos da Parte I apresentam, em sua maioria, fundamentação por revisões bibliográficas acerca das temáticas da administração e gestão organizacional. Introduz essa parte o capítulo “Administração da produção nas organizações: uma breve revisão teórica”, por meio do qual os autores buscaram transmitir os aspectos relevantes da dinâmica organizacional em relação à produtividade, qualidade, sistemas de produção e gestão organizacional. O capítulo seguinte, “Análise bibliométrica do comportamento do consumidor”, traz abordagens sobre o comportamento do consumidor quanto ao processo de decisão de compra, tendo em vista a competitividade presente no mercado. Os autores do Capítulo 3 realizaram uma “Análise do histórico de desenvolvimento de modelos de aparelho de Inderbitzen para a confecção de tabelas comparativas”, apresentando o andamento do aparelho desde a sua criação, em 1961, até novas propostas de equipamentos idealizadas por pesquisadores brasileiros.

Os Capítulos 4, 5, 6 e 8, respectivamente, “Barreiras para implantação e manutenção das práticas de *Green Supply Chain Management*”, “Desenvolvimento de um instrumento de pesquisa quanto à coordenação das práticas de *Green Supply Chain*”, “Ferramental de diagnóstico de práticas em *Green Supply Chain Management*” e “Proposta de um modelo de indicadores de desempenho para a

Green Supply Chain Management” trazem, em síntese, informações sobre organizações de múltiplos segmentos da indústria mundial baseadas em *Green Supply Chain Management* (GSCM), que inclui a implantação e conjunto de ferramentas para diagnosticar com eficiência o uso de práticas de GSCM por cadeias de suprimentos, além de desenvolverem uma proposta de modelo de indicadores de desempenho aplicados à GSCM baseada nos modelos encontrados na literatura.

O Capítulo 7, “Política econômica do FPM – 2005 a 2014: uma análise dos repasses aos municípios de Catalão-GO e Rio das Ostras-RJ”, apresenta uma análise comparativa do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) a fim de demonstrar como ocorre a alocação dos recursos captados pelo governo na forma de tributos e impostos e a distribuição aos entes federativos desses municípios. Finalizando a primeira parte, o Capítulo 9, sobre “Redes sociais no Ensino Superior: uma visão da teoria contingencial”, fez um mapeamento dos trabalhos publicados pela Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD) e pelo Encontro de Estudos Organizacionais (EnEO) sobre as redes sociais e suas influências no Ensino Superior no Brasil.

A Parte II inicia com o Capítulo 10, “Coliformes termotolerantes em águas pluviais recebidas pelo Ribeirão Pirapitinga no município de Catalão-GO”, no qual os autores buscaram determinar a densidade populacional de coliformes termotolerantes em águas pluviais direcionadas ao Ribeirão Pirapitinga na área central de Catalão-GO. No capítulo seguinte, “Etnobotânica de *Kielmeyera coriacea* Mart e Zucc”, foi realizado um levantamento etnobotânico da espécie medicinal *Kielmeyera coriacea* Mart e Zucc por meio de entrevistas com moradores do município de Goiandira-GO.

Ensaaios a partir da cultura vegetal e animal são apresentados nos capítulos seguintes. No estudo sobre a “Germinação e desenvolvimento *in vitro* de *Brassavola tuberculata* Hook”, descrito no Capítulo 12, os autores analisaram o estabelecimento, *in vitro*, da espécie de orquídea *Brassavola tuberculata* por meio de semeadura assimbiótica visando sua conservação. No Capítulo 13, “Método simples e rápido para detecção de RNA do vírus da dengue a partir de meio de cultura”, os autores apresentam brevemente uma metodologia alternativa para a conversão de RNA viral em cDNA, utilizando o meio de cultura celular diretamente na Transcrição Reversa, com o objetivo de diminuir o tempo, os custos do processo de extração e a degradação do RNA alvo.

Considerando-se as questões ambientais, os autores do Capítulo 14 iniciam a Parte III desta obra apresentando alternativas para o “Aproveitamento do rejeito da mineração de calcário utilizando a briquetagem como processo de aglomeração”. O Capítulo 15 aborda a “Flotação de apatita utilizando óleo de pinhão-mansão”, em que esse óleo extraído por prensagem foi utilizado como coletor alternativo em testes de microflotação. De forma semelhante, o Capítulo

16 traz uma abordagem sobre a “Microflotação de apatita com óleos da polpa e da castanha de macaúba”, em que os autores demonstraram, por meio de ensaios de microflotação em tubo de Hallimond, o potencial de utilização dos óleos de macaúba na flotação de apatita.

Uma “Modelagem hidráulica da rede de abastecimento de água no bairro Pontal Norte, Catalão-GO” está apresentada no Capítulo 17, no qual se realizou um estudo sobre a avaliação da rede de abastecimento de água potável no referido bairro utilizando o *software* EPANET 2.0. No Capítulo 18, “Otimização do espaço arquitetônico prisional: mapeamento sistêmico e projeto”, os autores propuseram uma otimização do espaço físico de uma penitenciária, de acordo com os dados bibliográficos nacionais e internacionais que norteiam a elaboração de projetos de edificações prisionais, em função do crescente aumento do déficit de vagas no sistema carcerário brasileiro. Finalizando a coletânea e a Parte III, o Capítulo 19 traz uma “Revisão de heurísticas para minimização do tempo de fluxo em sistemas *flow shop* com tempos de *setup*”, abordando problemas de programação em *flow shop* para minimização do tempo de fluxo (*flow time*) com tempos de *setup* dependente ou independente da sequência das tarefas.

Acreditamos que os trabalhos que compõem esta obra servirão de auxílio para consulta bibliográfica e proposição de novos estudos, bem como para despertar discussões acerca dos temas abordados. Boa leitura!

Os organizadores

Sumário

PARTE I	19
CAPÍTULO 1 – ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES: UMA BREVE REVISÃO TEÓRICA	21
1 INTRODUÇÃO	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 Administração da produção.....	23
2.2 Sistema de administração da produção	24
2.3 Contribuições japonesas e americanas.....	27
2.4 A produção nas organizações.....	29
2.5 Produtividade, competitividade e estratégia.....	32
3 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	33
CAPÍTULO 2 – ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR	35
1 INTRODUÇÃO	36
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	38
2.1 Qualidade e satisfação.....	38
2.2 Comportamento do consumidor.....	39

3	MÉTODO.....	39
4	QUANTIFICAÇÃO E RESULTADOS DA DISCUSSÃO.....	43
5	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DO HISTÓRICO DE DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE APARELHO DE INDERBITZEN PARA A CONFECÇÃO DE TABELAS COMPARATIVAS .. 51

1	INTRODUÇÃO	52
2	OBJETIVO	53
3	MÉTODOS	53
3.1	Metodologia difundida por Inderbitzen (1961).....	54
3.2	Metodologias propostas por pesquisadores brasileiros baseados no método de Inderbitzen (1961).....	55
4	RESULTADOS.....	60
5	DISCUSSÃO.....	61
6	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS.....	63

CAPÍTULO 4 – BARREIRAS PARA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS PRÁTICAS DE *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* 65

1	INTRODUÇÃO	66
2	METODOLOGIA	68
3	RESULTADOS.....	69
4	CONCLUSÃO.....	74
	REFERÊNCIAS.....	76

CAPÍTULO 5 – DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO DE PESQUISA QUANTO À COORDENAÇÃO DAS PRÁTICAS DE *GREEN SUPPLY CHAIN* 79

1	INTRODUÇÃO	81
---	------------------	----

2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	82
3	RESULTADOS.....	83
3.1	Revisão de literatura.....	83
3.2	Questionário.....	89
4	CONCLUSÃO.....	91
	REFERÊNCIAS.....	92
	ANEXO 1 - IMAGENS DO QUESTIONÁRIO.....	93
	CAPÍTULO 6 – FERRAMENTAL DE DIAGNÓSTICO DE PRÁTICAS EM GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	101
1	INTRODUÇÃO	102
2	METODOLOGIA DE PESQUISA	103
3	RESULTADOS E CONCLUSÕES	105
	REFERÊNCIAS.....	107
	ANEXO 1 - IMAGENS DO QUESTIONÁRIO.....	109
	CAPÍTULO 7 – POLÍTICA ECONÔMICA DO FPM – 2005 A 2014: UMA ANÁLISE DOS REPASSES AOS MUNICÍPIOS DE CATALÃO-GO E RIO DAS OSTRAS-RJ.....	117
1	INTRODUÇÃO	118
2	EMBASAMENTO TEÓRICO	119
2.1	Histórico e evolução da legislação FPM no Brasil.....	119
2.2	Distribuição do FPM	122
3	METODOLOGIA	124
4	RESULTADOS.....	125
5	CONCLUSÃO.....	128
	REFERÊNCIAS.....	128

CAPÍTULO 8 – PROPOSTA DE UM MODELO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT* 131

1	INTRODUÇÃO	132
2	METODOLOGIA	134
3	REVISÃO DE LITERATURA	134
3.1	Medição de desempenho na cadeia de suprimentos.....	134
3.2	Modelos de medição de desempenho utilizados na GSCM.....	135
4	PROPOSTA.....	138
4.1	Desempenho organizacional.....	139
4.2	Desempenho econômico.....	140
4.3	Fornecedores.....	140
4.4	Clientes.....	141
4.5	Condução dos fatores externos	141
4.6	Logística	142
4.7	Gestão ambiental interna.....	142
5	CONCLUSÕES	144
	REFERÊNCIAS.....	144

CAPÍTULO 9 – REDES SOCIAIS NO ENSINO SUPERIOR: UMA VISÃO DA TEORIA CONTINGENCIAL..... 147

1	INTRODUÇÃO	148
1.1	Redes sociais.....	149
1.2	Teoria da Contingência Estrutural.....	151
1.3	Organizações de Ensino Superior.....	152
2	MÉTODO.....	154
3	RESULTADOS	154
4	CONCLUSÃO.....	159
	REFERÊNCIAS.....	160

PARTE II..... 163**CAPÍTULO 10 – COLIFORMES TERMOTOLERANTES EM ÁGUAS PLUVIAIS RECEBIDAS PELO RIBEIRÃO PIRAPITINGA NO MUNICÍPIO DE CATALÃO-GO 165**

1 INTRODUÇÃO	167
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	168
2.1 Área de estudo.....	168
2.2 Coleta de amostras.....	171
2.3 Análise de coliformes termotolerantes.....	171
3 RESULTADOS	172
4 DISCUSSÃO.....	174
5 CONCLUSÃO.....	175
REFERÊNCIAS.....	175

CAPÍTULO 11 – ETNOBOTÂNICA DE *KIELMEYERA CORIACEA* MART E ZUCC..... 177

1 INTRODUÇÃO	178
2 METODOLOGIA	181
2.1 Área do estudo	181
2.2 Métodos etnobotânicos.....	183
2.3 Métodos químicos.....	185
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	187

CAPÍTULO 12 – GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* DE *BRASSAVOLA TUBERCULATA* HOOK..... 199

1 INTRODUÇÃO	200
1.1 Biologia das orquídeas.....	200
1.2 Conservação <i>in vitro</i>	201

1.3	Cultivo <i>in vitro</i>	202
1.4	Germinação ao desenvolvimento inicial.....	202
2	MATERIAIS.....	203
2.1	Material vegetal.....	203
2.2	Desinfestação e inoculação <i>in vitro</i>	204
2.3	Delineamento experimental.....	204
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	205
4	CONCLUSÃO.....	208
	REFERÊNCIAS.....	208

CAPÍTULO 13 – MÉTODO SIMPLES E RÁPIDO PARA DETECÇÃO DE RNA DO VÍRUS DA DENGUE A PARTIR DE MEIO DE CULTURA.... 211

1	INTRODUÇÃO.....	212
1.1	Aspectos históricos e epidemiológicos da dengue.....	212
1.2	Características do vírus.....	214
1.3	Isolamento e purificação do RNA viral.....	215
2	OBJETIVO.....	217
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	217
3.1	Cultura de células: clone C6/36 – larva de <i>Aedes albopictus</i>	217
3.2	Inoculação do vírus da dengue (DENV): sorotipos 1-4 em C6/36.....	217
3.3	Extração e Transcrição Reversa do RNA viral em DNA complementar (cDNA).....	218
3.4	Reação em Cadeia da Polimerase (PCR).....	218
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	218
4.1	Inoculação do vírus da dengue em cultura de células C6/36.....	218
4.2	Extração do RNA viral e PCR.....	219
5	CONCLUSÃO.....	221
	REFERÊNCIAS.....	222

PARTE III..... 225**CAPÍTULO 14 – APROVEITAMENTO DO REJEITO DA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO UTILIZANDO A BRIQUETAGEM COMO PROCESSO DE AGLOMERAÇÃO 227**

1 INTRODUÇÃO	229
2 METODOLOGIA	230
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	232
4 CONCLUSÃO.....	236
REFERÊNCIAS.....	237

CAPÍTULO 15 – FLOTAÇÃO DE APATITA UTILIZANDO ÓLEO DE PINHÃO-MANSO 239

1 INTRODUÇÃO	240
2 METODOLOGIA	242
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	243
4 CONCLUSÃO.....	246
REFERÊNCIAS.....	246

CAPÍTULO 16 – MICROFLOTAÇÃO DE APATITA COM ÓLEOS DA POLPA E DA CASTANHA DE MACAÚBA 249

1 INTRODUÇÃO	250
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	254
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	256
4 CONCLUSÃO.....	258
REFERÊNCIAS	259

CAPÍTULO 17 – MODELAGEM HIDRÁULICA DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BAIRRO PONTAL NORTE, CATALÃO-GO 261

1 INTRODUÇÃO	262
--------------------	-----

2	METODOLOGIA	263
2.1	Dados iniciais de projeto	264
2.2	Simulação estática	268
3	RESULTADOS	269
4	CONCLUSÃO	271
	REFERÊNCIAS	273

CAPÍTULO 18 – OTIMIZAÇÃO DO ESPAÇO ARQUITETÔNICO PRISIONAL: MAPEAMENTO SISTÊMICO E PROJETO

275

1	INTRODUÇÃO	276
2	EVOLUÇÃO DO SISTEMA E DA ARQUITETURA PRISIONAL	278
3	HISTÓRICO E CONDIÇÃO ATUAL DAS PRISÕES BRASILEIRAS	280
4	METODOLOGIA	283
5	RESULTADOS	285
5.1	Mapeamento sistêmico da literatura	285
5.2	Diretrizes para a arquitetura prisional	288
5.3	Otimização do espaço penitenciário e proposta de um modelo de cela	294
	CONCLUSÃO	298
	REFERÊNCIAS	299

CAPÍTULO 19 – REVISÃO DE HEURÍSTICAS PARA MINIMIZAÇÃO DO TEMPO DE FLUXO EM SISTEMAS *FLOW SHOP* COM TEMPOS DE *SETUP*

303

1	INTRODUÇÃO	304
2	REVISÃO DA LITERATURA	306
2.1	Análise da literatura	307
3	CONCLUSÃO	310
	REFERÊNCIAS	311

Parte I

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES: UMA BREVE REVISÃO TEÓRICA

Pedro de Freitas Silva¹

Serigne Ababacar Cissé Ba¹

Igor Carneiro Nicolau¹

Resumo: Toda e qualquer organização possui um sistema de produção e, a partir deste sistema, é possível visualizar a geração de produtos ou serviços que são lançados no mercado a fim de atender determinada demanda. As organizações são constituídas não apenas por máquinas e estruturas, mas também por recursos humanos. Estes, por sua vez, operam funções produtivas nas quais auxi-

1 Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil. E-mail de contato: pedrofs.adm@gmail.com

liam as organizações a atingirem seus objetivos. Dessa maneira, este trabalho foi constituído de modo descritivo e exploratório a fim de apresentar a administração da produção nas organizações visualizando sistemas que contribuíram para o desenvolvimento da produção e para as funções que esta exige para que haja bom funcionamento organizacional visando a produtividade como estratégia de competitividade.

Palavras-chave: Administração. Produção. Sistema de administração da produção.

Abstract: Any organization has a production system, and from this system you can see the generation of products or services that come on the market in order to meet specific demand. Organizations are made up not only by machines and structures, but also human resources, these in turn operate productive functions that help organizations achieve their goals. Thus this work consisted of descriptive and exploratory way in order to describe the administration of production in organizations viewing systems that contributed to the development of production, functions that production requires so there is good organizational functioning aimed at productivity and competitiveness strategy.

Keywords: Administration. Production. Administration System for Production.

1 INTRODUÇÃO

A administração da produção é uma atividade orientada para a produção de um bem físico ou para a prestação de um serviço, tendo como função administrativa a responsabilidade pelo desempenho de técnicas de gestão da produção de bens e de serviços, ligada, também, à finalidade de desenvolver serviços e produtos. As organizações possuem seu sistema de produção, sejam eles de bens ou de serviços modelados a fim de atender da melhor maneira possível seus clientes. Este trabalho apresenta contribuições para aqueles que buscam se nortear e visualizar de maneira teórica como funciona basicamente a administração da produção nas organizações.

O desenvolvimento teórico sobre administração da produção nas organizações permite conhecer as suas funções e entender qual a finalidade da existência dessa organização, o que requer uma clara visão sobre as expectativas organizacionais. Ligar esta afirmativa à administração da produção é, de certo modo, auxiliar no entendimento de qual maneira aplicar os conceitos a serem visualizados a fim de atender as necessidades de produção dessas organizações, uma vez que elas sofrem influência de modelos produtivos, pois cada sistema é modelado às necessidades produtivas de uma organização.

Desse modo, o presente artigo tem como objetivo abordar pontos teóricos referentes à administração da produção, ao sistema da administração da produção

e às contribuições para com os sistemas produtivos advindos de uma perspectiva americana e japonesa, perpassando pontos sobre a produção nas organizações e os reflexos de produtividade, competitividade e estratégias referentes ao tema. O método utilizado para a construção deste artigo baseia-se na fundamentação teórica em pesquisa básica, ou seja, buscando inicialmente teóricos que abordam o tema, sendo uma pesquisa de cunho descritivo e exploratório a fim de buscar mais orientações sobre a perspectiva da administração da produção nas organizações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Administração da produção

Conforme Chiavenato (2005, p. 2), “As organizações são constituídas de recursos como edifícios, instalações, máquinas, equipamentos, dinheiro e etc.”. Além disso, vê-se necessidade de pessoas que tenham habilidade e capacidade para operar as organizações para que estas possam atingir os objetivos estratégico e operacionais. O ser humano depende das organizações para assegurar sua sobrevivência, uma vez que a sociedade é constituída de organizações nas quais atuam em diversos setores, levando à observação de que quase todos os itens de necessidades humanas são produzidos pelas pessoas. Não se pode esquecer que, além destas necessidades, o próprio homem passa parte de seu tempo e de sua vida dentro das organizações.

Para alcançar o máximo rendimento de todos os recursos que constituem a organização –pessoas, máquinas e equipamentos – é preciso uma série de competências que possam reuni-los, atingindo assim os objetivos da empresa. As empresas são exemplos de organizações, pois são constituídas de pessoas trabalhando em conjunto; conforme Chiavenato (2005, p. 2), elas são “[...] essencialmente dinâmicas, passam por mudanças, têm ciclos de prosperidade ou de dificuldade e necessitam de constante renovação [...]”.

Quanto à produção das organizações, podemos classificá-las em empresas primárias ou extrativistas, secundárias ou transformadoras e terciárias ou prestadoras de serviços. O sucesso organizacional depende da sobrevivência e da concorrência perante o mercado em que as organizações se encontram inseridas, a maneira como se administra o pessoal e as relações estabelecidas com todos envolvidos no processo produtivo até o cliente final.

Segundo Harding (1981), uma boa definição de administração de produção proposta como abordagem prática apareceu logo após a Segunda Guerra Mundial. Essa abordagem sugeriu que a administração de produção fosse relacionada com a fabricação de um produto (ou serviço) na quantidade certa, ao tempo certo e na qualidade certa.

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 4), “a administração da produção é a atividade de gerenciar recursos destinados a produção e disponibilização de bens e serviços”. Vendo-se assim, percebe-se as organizações como um sistema que envolve vários setores, operando e produzindo resultados que, por sua vez, devem satisfazer os objetivos estratégicos.

Administração da produção soma os interesses estratégicos aos operacionais de modo a haver bom entendimento das necessidades de produção, alocando os recursos necessários para que se possa atingir, através do processo de transformação, o produto final. Para que isso ocorra da melhor maneira, envolve-se o planejamento, lidando com as disponibilidades de materiais, verificação da mão de obra e também da capacidade produtiva em que análises constantes dos cenários da produção permitem realizar previsões de necessidades. Assim, o sistema de planejamento e produção, para Harding (1981), se alinha como objetivo, buscando satisfazer as datas de entrega de produtos e serviços aos clientes com o mínimo custo total, através do auxílio do planejamento da sequência das atividades de produção.

2.2 Sistema de administração da produção

Segundo Chiavenato (1991, p. 47), “cada empresa adota um sistema de produção para realizar as suas operações e produzir seus produtos ou serviços da melhor maneira possível e, com isto, garantir sua eficiência e eficácia”. Para atingir os objetivos estratégicos da organização é necessário um conjunto de técnicas e lógicas que podem ser utilizadas para esta finalidade. Tal conjunto é chamado genericamente de sistemas de administração da produção. São os sistemas de informação que apoiam as tomadas de decisões táticas e operacionais buscando definir:

- o que produzir e comprar;
- quanto produzir e comprar;
- quando produzir e comprar;
- com que recursos produzir.

A administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços e está ligada a todos os setores de uma empresa e até mesmo à vida das pessoas. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a administração da produção é a atividade de gerenciar recursos destinados à produção e à disponibilização de bens e serviços. A função de produção é a parte da organização responsável por esta atividade. Todas as organizações acabam por possuir uma função de produção, pois geram algum tipo de produto e/ou serviço. Numa visão geral, é possível perceber que todas as organizações necessitam de sistemas aplicados para gerenciamento de suas rotinas, bem como pessoas no processo produtivo para garantir o alcance de metas e objetivos.

Independente da lógica utilizada, os sistemas de administração da produção devem alcançar seus objetivos: suporte ao atingimento dos objetivos estratégicos da organização; apoio ao planejamento das necessidades futuras de capacidade produtiva, dos materiais comprados, dos níveis adequados de estoques de matérias-primas, semiacabados e produtos finais nos pontos certos; programação da atividade de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados em momentos adequados e prioritários; conhecimentos e informações corretas a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamento, instalações, materiais) e das ordens (de compra e produção); capacidade de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e cumpri-los; e reações eficazes (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2008).

A abordagem de Corrêa, Gianesi e Caon (2008) permite reflexão referente ao que se pode esperar de um sistema de administração de produção, envolvendo questões como as necessidades futuras de capacidade que implicam, em parte, no processo de decisões que envolvem recursos e seu uso efetivo, além de permitir que seja traçado o horizonte de antecedência ou de tempo, uma vez que planejar as necessidades futuras liga-se a uma série de análise e fatores que podem influenciar no incremento da capacidade produtiva, permitindo também a firmeza para com as decisões. Os materiais adquiridos devem ser planejados de maneira a estarem disponíveis para uso no período correto de acordo com a necessidade, ou seja, não devem chegar nem antes nem depois, nem em quantidades maiores ou menores do que as necessárias para atender à demanda, objetivando assim manter os níveis de custos com materiais reduzidos, fazendo com que a organização não arque com os custos de compras excessivas.

Toda organização que possui atividades produtivas, com entrada de materiais para o ciclo de produção envolvendo esforços de trabalho e transformação até a saída do produto final, devem prezar por uma preocupação em relação aos níveis de estoques, evitando a falta ou excesso de materiais, disponibilizando apenas o essencial à produção. Como alguns recursos são escassos, é necessário observar e acompanhar todo o processo, uma vez que pode se programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados em cada momento, não gerando tempo ocioso em casos de aumento na produção e atendimento à demanda produtiva. Assim os gestores começam a receber informações corretas a respeito da situação corrente dos recursos – sejam eles pessoas, equipamentos, instalações, sobressalentes etc. – e também do atendimento às necessidades, ordens de compra e de produção, o que pode alavancar positivamente a contribuição estratégica dos parceiros envolvidos, levando também a um bom desempenho da cadeia de suprimentos.

Entre as organizações envolvidas no sistema da administração de produção, encontram-se empresas capazes de atender às necessidades em menor tempo em virtude

de sua força produtiva. Entretanto, para esta situação, é necessário que a organização realize, junto ao sistema, um acompanhamento do que esta sendo executado/cumprido para que o resultado final seja realmente positivo, a fim de criar um bom relacionamento com as forças de venda. Desta maneira, conforme Corrêa, Giansesi e Caon (2008), evita-se que o resultado e a turbulência de prazos não cumpridos, não só do novo pedido mas também de pedidos anteriormente existentes, não gerem problemas em relação à capacidade de produção e atendimento da demanda, pois a força de vendas pode agir de maneira desregulada pela falta de apoio informacional.

Segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2008, p. 5), “o mundo competitivo de hoje demanda que os sistemas produtivos sejam capazes de adaptar-se rapidamente a mudanças: mudanças nos processos produtivos, mudanças na disponibilidade de suprimentos e, acima de tudo, mudanças na demanda”. Com base nesta afirmação, vê-se que planejar atividades no processo produtivo que está sendo coordenado demanda tempo até se passar para a execução das atividades e, mesmo com a adequação às mudanças propostas e exigidas, é necessária sensibilidade para identificar os desvios que ocorrem em relação ao planejado e ter a capacidade de replanejar o futuro conformes as ocorrências, pois durante a execução, por diversas razões, a produção pode não se comportar conforme planejado.

Segundo Chiavenato (2005, p. 48), “para produzir com eficiência e eficácia torna-se necessário escolher e definir um sistema de produção que seja o mais adequado ao produto/serviço que se pretende produzir”. Cada organização possui um sistema de produção para realizar suas operações e produzir seus bens e serviços, a produção processa e transforma os materiais e as matérias-primas em produtos acabados para serem estocados ou enviados para venda.

Existem três tipos de sistemas de produção: em lotes, contínua e sob encomenda, sendo este último, segundo Chiavenato (2005, p. 53), “o sistema de produção utilizado pela empresa que produz somente após ter recebido o pedido ou a encomenda de seus produtos”. Para que haja um bom funcionamento na produção por lotes, é necessário envolver aspectos como relação das matérias-primas necessárias à produção, relação de mão de obra especializada para executar as atividades e o processo de produção detalhando a sequência a ser seguida.

O sistema de produção sob encomenda possui características especiais, iniciando-se pelo fato de que cada produto é único e específico, exigindo uma variedade de máquinas, equipamentos e operários especializados e uma data definida de entrega, sendo difícil fazer previsões de produto, pois cada um exige um trabalho complexo e demorado que é diferente dos demais, segundo Chiavenato (2005).

Ainda conforme Chiavenato (2005, p. 55), a produção em lotes “é o sistema utilizado por empresas que produzem uma quantidade limitada de um tipo de produto de cada vez. Essa quantidade limitada é denominada lote de produção”.

Após finalização de produção de cada lote, inicia-se um novo ciclo e cada lote exige um plano de produção específico.

As características da produção em lotes podem ser identificadas pela seguinte sequência: (a) a fábrica é capaz de produzir produtos com diferentes características; (b) as máquinas são agrupadas em baterias do mesmo tipo; (c) em cada lote de produção, as máquinas e ferramentas devem ser modificadas, adaptadas e arranjadas para atender aos diferentes produtos; (d) a produção em lotes permite uma utilização regular e plana da mão de obra sem grandes picos de produção; (e) a produção em lotes exige grandes áreas de estocagem de produtos acabados e um grande estoque de materiais em processamento ou em vias; e (f) impõe a necessidade de um plano de produção bem feito e que possa integrar novos lotes de produção à medida que outros sejam completados (CHIAVENATO, 2005).

A produção contínua é utilizada por empresas que produzem determinado produto, sem grandes modificações, por um longo período de tempo. O ritmo de produção geralmente é acelerado e as operações são executadas sem interrupção ou mudança. Para Chiavenato (2005), a principal característica do sistema de produção contínua é o produto que é mantido em produção durante longo período de tempo sem modificações, além de facilitar o planejamento detalhado, exigindo máquinas e ferramentas altamente especializadas e dispostas em formação linear e sequencial para a produção de cada componente do produto final, o que permite divisão e operações de montagem com a quantidade exata de trabalho para cada operário, com base no seu tempo-padrão e no ciclo de produção. O item é produzido em enormes quantidades ao longo do tempo, assim a produção contínua permite que as despesas e os investimentos em equipamentos e gabaritos sejam depreciados (recuperados contabilmente) dentro de um período mais longo, o que facilita as ações corretivas para resolver rapidamente qualquer problema de paralisação no processo de produção. O sucesso do sistema de produção contínua depende totalmente do planejamento detalhado que deve ser feito antes de a produção iniciar um novo produto.

A questão da produção e seus sistemas envolve também a qualidade, pois não basta produzir atendendo à demanda se há falhas no processo de qualidade, havendo a necessidade do desenvolvimento de novas ações que proporcionem inovações para os sistemas de produção, além de causarem o impulso e a invasão de novos mercados.

2.3 Contribuições japonesas e americanas

Os sistemas de produção tiveram contribuições japonesas e americanas para com a busca do desempenho e a maximização dos resultados. As contribuições japonesas para com a administração de produção são:

- **Kaizen:** conceito associado à melhoria contínua, com foco na eliminação de perdas; ocorre a partir dos mais baixos níveis hierárquicos até os mais altos. Segundo Chiavenato (2005, p. 60), “reúne dois aspectos importantes: o primeiro é a preocupação de mudar para melhor, e o segundo é a continuidade desse esforço traduzido em ações permanentes de mudança”.
- **Kanban:** dispositivo de controle de ordem de atividades de um processo sequencial. Seu maior objetivo é indicar a necessidade de materiais utilizados no processo produtivo e assegurar sua disponibilidade, garantindo a continuidade operacional da execução das atividades. Funciona de maneira que a produção exerça suas funções através de cartões ou ordens de fabricação.
- **Just In Time (JIT):** busca agilizar a resposta da produção às demandas do cliente através da eliminação dos desperdícios e, como consequência, o aumento da produtividade, ou seja, o sistema tem por objetivo produzir o necessário para satisfazer as demandas atuais, sem excessos ou desperdícios. Conforme Chiavenato (2005, p. 65), “toda atividade que consome recursos e não agrega valor é um desperdício”. Para evitá-los, é necessário dar prioridades aos seguintes itens: plano mestre, tempo de preparação, trabalho em equipe, *kanban*, *layout*, qualidade e fornecedores.
- **Housekeeping:** o ambiente de trabalho agradável, limpo, higiênico e saudável. Para isso, o programa de qualidade tenta modificar os hábitos das pessoas com relação a limpeza, asseio, ordem e organização no local de trabalho. Os padrões do *Housekeeping* são chamados pelos japoneses de 5S (*seiri* – seleção, *seiton* – organização, *seiso* – limpeza, *seikeetsu* – manutenção dos demais itens, *shitsuke* – autodisciplina).

A contribuição americana para os sistemas de produção envolve quatro itens que colocam em prática o planejamento e o controle da produção e de seus sistemas, visando o controle de todas as atividades operacionais. Dentre eles, estão:

- **Benchmarking:** segundo Chiavenato (2005, p. 67), “é um processo de estudo e comparação das operações de uma área ou organização em relação a outras áreas ou concorrentes diretos ou indiretos”. Ou seja, o *Benchmarking* é uma metodologia de análise de práticas administrativas utilizada pelas organizações que são concorrentes direta ou indiretamente e que são líderes de mercado.
- **Downsizing:** ferramenta utilizada para reduzir e enxugar a estrutura organizacional e os processos produtivos. Segundo Chiavenato (2005, p.

67), “o *downsizing* significa cortar etapas desnecessárias de produção, encurtar ciclos ou eliminar aqueles que pouco valor agregam [...]”.

- **Reengenharia de processos:** descarta estruturas, processos e sistemas existentes, procura reinventá-los de maneira diferente, busca o desempenho excelente. Conforme Chiavenato (2005, p. 67), “a reengenharia representa um redesenho fundamental e drástico dos processos do negócio para melhorar custo, qualidade, serviço e velocidade”.
- **6-Sigma:** medida de variação estatística que se refere a determinada operação de um processo produtivo que utiliza mais do que os recursos mínimos para atingir a satisfação do cliente. Chiavenato (2005, p. 68-69) afirma que “o programa 6-sigma utiliza um conjunto de técnicas em um metódico processo para atingir metas definidas. [...] busca a eficácia organizacional [...]”.

Ambas as contribuições para o processo produtivo envolveram questões como competição entre nações a fim de buscar melhores resultados organizacionais, mostrando, assim, seu desenvolvimento, crescimento e entendimento das necessidades do mercado.

2.4 A produção nas organizações

Toda e qualquer organização que produz bens e serviços tem como função central a produção, sendo sua razão para se manter inserida no mercado, exercendo suas atividades com clareza e objetivos estratégicos propostos. Porém, essa não pode ser definida como única e mais importante razão, pois todas as organizações se embasam também em três funções centrais, como observa-se a partir da Figura 1.



Figura 1. As três principais funções que apresentam superposição em uma organização empresarial.

Fonte: Stevenson (2001).

A função Marketing, que inclui vendas, é responsável por comunicar os produtos ou serviços de uma empresa para seu mercado, de modo a gerir pedidos de serviços e produtos por consumidores. Outra função não apresentada na Figura 1, mas descrita por Stevenson (2001), diz respeito à função de Desenvolvimento de produto/Serviço, que é responsável por criar novos produtos e serviços ou modificá-los, de modo a gerar solicitações futuras de consumidores por produtos e serviços, enquanto a função Produção é responsável por satisfazer às solicitações de consumidores por meio da produção e da entrega de produtos e serviços.

Slack, Chambers e Johnston (2009) destacam funções complementares à Figura 1, sendo de suma importância ao sair dos limites descritos pela figura, como por exemplo, a função Contábil-Financeira, que fornece as informações para ajudar os processos decisórios econômicos, além de administrar os recursos financeiros da organização, e também a função Recursos Humanos, que tanto recruta e desenvolve funcionários da organização como se encarrega do seu bem-estar.

Conforme Stevenson (2001, p. 4), “organizações são constituídas para se poder perseguir objetivos com mais eficiência, através dos esforços integrados de um grupo, em vez dos esforços individuais realizados por pessoas trabalhando separadamente”. Ou seja, através de um conjunto de atividades realizadas por determinados grupos dentro de uma organização pode-se atingir o cumprimento dos objetivos, mesmo que suas funções não operem de maneira semelhante durante o processo de produção.

A função Operação no âmbito empresarial envolve as atividades que estão ligadas diretamente a produção de bens e fornecimento de serviços, como observa-se na Tabela 1. A função não existe apenas nas operações de fabricação e montagem, mas está presente em outros setores e, segundo Stevenson (2001), é responsável pela geração dos bens ou serviços de uma organização, tendo como função agregar ou adicionar valor durante o processo de transformação.

Tabela 1. Exemplos de tipos de operações

Tipos de Operações	Exemplos
Produção de Bens	Agropecuária, mineração, construção, fabricação, geração de energia elétrica
Armazenamento/ Transporte	Armazenagem, transporte rodoviário de carga, serviços de correios, mudanças, táxis, ônibus, hotéis, companhias aéreas
Operações de Troca	Vendas de varejo, vendas de atacado, serviços bancários, locação ou leasing, empréstimos bibliotecários
Entretenimento	Produções – filmes, rádio e televisão, teatro, concertos, gravações
Comunicações	Jornais, noticiários de rádio e televisão, telefone, comunicação via satélite

Valor agregado ou *adicionado* descreve a diferença entre o valor ou o preço dos *outputs* (saídas) e o custo dos *inputs* (entradas) em organizações sem fins lucrativos. O equivalente dos *outputs* é o seu valor para sociedade, conforme Stevenson (2001, p. 4): “[...] quanto maior o valor agregado, tanto maior será a eficácia dessas operações”. Para as organizações com fins lucrativos, o valor dos *outputs* é definido e medido pelo preço que o cliente estará disposto a pagar pelo bem ou serviço. O valor agregado é utilizado pelas organizações para desenvolvimento, investimentos em novas instalações e equipamentos e formação de lucro. Assim, as organizações buscam ser mais produtivas e avaliam suas operações de produção procurando aperfeiçoamento dos sistemas produtivos, diminuindo os custos dos *inputs* ou do processamento, aumentando o valor agregado.

A função Finanças tem por objetivo envolver atividades que assegurem recursos em condições vantajosas, os quais são obtidos através da organização. Para Stevenson (2001), os funcionários da gerência financeira e da gerência de operações cooperam por meio de troca de informações e com sua especialidade em áreas como orçamentos, análise de propostas econômicas para investimento e obtenção de fundos.

A venda e/ou promoção de bens e serviços de uma organização – o chamado marketing –, as decisões sobre publicidade e os preços são praticamente definidos pelas equipes responsáveis pelo serviço de marketing. Além disso, o setor é responsável por analisar o mercado, identificar as necessidades e desejos dos clientes e transmitir a informação às demais equipes de operações e projetos, pois o setor fornece dados sobre as preferências dos clientes para que a área de projetos possa saber quais tipos de produtos e suas características são buscados de forma contínua e em grande escala e a operação possa determinar a capacidade de suprir a demanda exigida pelo mercado.

As demais funções de produção na organização atuam como apoio, funções complementares, interagindo com a organização e os setores. Conforme Stevenson, (2001, p. 6), “[...] podemos também incluir as áreas de recursos humanos ou de pessoal, desenvolvimento e projeto do produto, engenharia industrial e manutenção”. Observe exemplificação pela Figura 2:

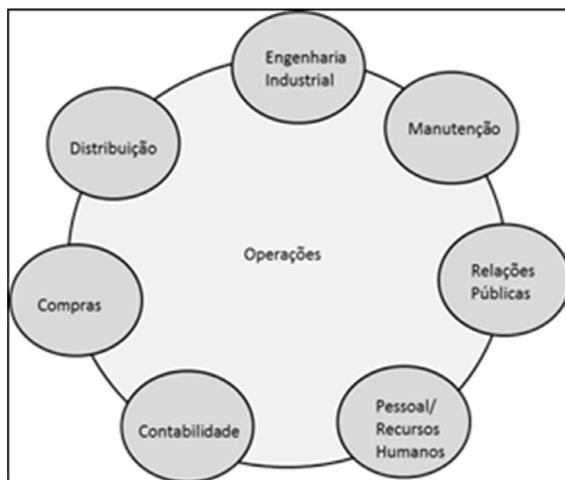


Figura 2. As interfaces da área de operações com uma série de funções de apoio. Fonte: Stevenson (2001).

2.5 Produtividade, competitividade e estratégia

Segundo Mayer (1992, p. 15), “a produção requer a obtenção e utilização dos fatores de produção, que incluem mão de obra, materiais, edifícios e equipamentos [...] tudo que está envolvido na Produção e na Comercialização custa dinheiro [...]”, visto que os resultados obtidos de cada setor vêm dos esforços de pessoas e para que seja satisfatória e necessária a preocupação da organização com recrutamento, seleção, treinamentos, motivação e administração desse pessoal, não basta apenas realizar um bom planejamento das atividades a fim de atender à demanda da produção de bens e serviços.

A produtividade, a competitividade e as estratégias demonstram grande importância para as organizações empresariais, uma vez que liga a utilização dos recursos produtivos com grau de eficiência de uma organização no mercado quando comparado a outras que oferecem serviços e produtos semelhantes, buscando atingir a estratégia que determina a direção que a empresa deverá tomar e alcançar para obter o cumprimento de seus objetivos e metas.

Para se entender a produção e os demais itens ligados aos processos produtivos, é necessário entendimento sobre o sistema de entradas e saídas da produção, chamados de *inputs* e *outputs*. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), as operações produzem produtos e serviços através da transformação de entradas em saídas, o que é chamado de processo de transformação. Em resumo, a produção envolve um conjunto de recursos de *inputs* (entradas) usado para transformar algo ou ser transformado em *outputs* (saídas) de bens e serviços.

A produtividade é de responsabilidade das gerências de produção. De acordo com Stevenson (2001), a produtividade é um índice que mede a relação entre o *output* gerado (os bens produzidos e os serviços oferecidos) e o *input* utilizado (a mão de obra, a energia e outros recursos) para produzir o *output*.

Para que as organizações possam vender seus bens e serviços no mercado, é necessário que sejam mais competitivas, pois a competitividade é um fator importante para determinar o bom funcionamento e a prosperidade da empresa ou se esta não está preparada para o mercado. A concorrência ocorre de várias maneiras nas quais se destacam o preço, a qualidade, a flexibilidade, a diferenciação do produto e o tempo para atingir determinadas variedades.

Conforme Stevenson (2001), as organizações fracassam ou têm um desempenho fraco por uma série de razões. A chave para a concorrência bem-sucedida é determinar o que os clientes desejam e, então, direcionar os esforços para atender (ou até mesmo superar) suas expectativas.

As estratégias de uma organização possuem um impacto de longo prazo sobre as características da organização e afetam a capacidade de competição da empresa. Seu objetivo, segundo Corrêa e Corrêa (2005), é garantir que os processos de produção e entrega de valor ao cliente sejam alinhados com a intenção estraté-

gica da empresa, tanto aos resultados financeiros esperados quanto aos mercados que pretendem servir, adaptando-se ao ambiente em que se insere.

Estratégias são planos para se alcançarem metas. Se as metas são pensadas como sendo destinos, então as estratégias são os mapas para alcançá-las. Elas fornecem a focalização necessária para a tomada de decisão. De modo geral, as empresas têm estratégias globais denominadas estratégias organizacionais, relacionadas com a organização inteira, e também estratégias funcionais, relacionadas com cada uma das áreas funcionais da organização. As estratégias funcionais devem dar suporte às estratégias globais da organização, assim como as estratégias organizacionais devem dar suporte às metas e à missão da organização segundo Stevenson (2001).

3 CONCLUSÃO

A administração da produção constitui o núcleo de toda atividade da empresa e, dessa maneira, é possível ver a importância em se manter competitivo perante o mercado, alinhando a produção para com os objetivos e estratégias organizacionais, pois cada negócio possui sua finalidade de existência. Cabe aos gestores de produção e administração levantar suas capacidades e necessidades a fim de atingir como um todo a conclusão das atividades e a obtenção das metas estipuladas através das estratégias, mantendo bom relacionamento entre os departamentos da organização e o envolvimento com o mercado e suas necessidades.

Este trabalho teve como objetivo visualizar a administração da produção e o modo como ela é caracterizada dentro das organizações. Assim, deixa-se em aberto o fato de que as pesquisas sobre a temática tenham continuidade, buscando transmitir mais clareza sobre os aspectos relevantes da dinâmica organizacional em relação a produtividade, qualidade, sistemas de produção e gestão organizacional, o que de certo modo reflete nas estruturas e no contexto em que as organizações operam.

REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, I. **Iniciação a administração da produção**. São Paulo: Makron; McGraw-Hill, 1991.

_____. **Administração da produção**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços**. Edição compacta. São Paulo: Atlas, 2005.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. MRPII/ERP, conceitos, uso e implantação, base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HARDING, H. A. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.

MAYER, R. R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1992.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

2

CAPÍTULO

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR

Daniela Santana¹

André Silva¹

Mariângela Morais¹

Resumo: A evolução científica, em dado momento, se dá pela necessidade da busca e produção de conhecimento, o que serve de amparo para estudiosos. Nesse contexto, a bibliometria se mostra como uma grande aliada, uma vez que promove o estudo acerca de periódicos que versam sobre um tema específico, ou de temas inter-relacionados. Assim, o presente artigo tem por objetivo promover a realização de uma análise investigativa, através da literatura acadêmica publicada, tangente ao comportamento do consumidor com base no B2B e B2C, bem

¹ Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil. E-mail de contato: danielacristina_felix@hotmail.com

como contribuir com o levantamento bibliométrico de publicações que se referem ao comportamento do consumidor. Salienta-se ainda que a presente análise ater-se-á aos artigos publicados nas plataformas ANPAD e CAPES, referentes ao período 2010 e 2014. Os resultados apontam o total de 8.033 publicações. Porém, o presente estudo se limitou à análise de 59 artigos selecionados que norteiam o comportamento do consumidor em diversas instituições, inclusive públicas. Dentre diversas conclusões, observou-se que o comportamento do consumidor se encontra atrelado ao entendimento que o indivíduo tem acerca da qualidade, bem como do que é satisfação. Não obstante, concluiu-se também que, em virtude dos resultados apontados, subsiste a necessidade da realização de estudos em relação ao tema proposto, em virtude da inexistência de pesquisas publicadas em instituições públicas de Ensino Superior.

Palavras-chave: Comportamento do consumidor. Análise bibliométrica. B2B. B2C.

Abstract: The scientific development, at some point, is given by the need to search and knowledge production, which serves as a support to scholars. Thus, bibliometrics is shown as a great ally, as it promotes the study of periodic which focus on a specific topic, or inter-related topics. So being, this article aims to promote the implementation of an investigative analysis through published academic literature, tangent to consumer behavior based on B2B and B2C, as well as contribute to the bibliometric survey of publications that refer to the consumer behavior. Note also that this examination will stick up-to articles published in ANPAD and CAPES platforms, for the period 2010 and 2014. The results show a total of 8,033 publications. However, the present study analyses only 59 selected articles that guide consumer behavior in various institutions, including public. Among several findings, it was observed that the consumer behavior is linked to the view that the individual has about the quality and the satisfaction is the same. Nevertheless, it was concluded also that because of the aforementioned results, there is a need for studies regarding the theme proposed, due to the lack of published research in public institutions of higher education.

Keywords: Consumer behavior. Bibliometric analysis. B2B.B2C.

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a análise do comportamento do consumidor, de forma sucinta, pode ser entendida como interpretação da idiosincrasia de compra dos seres humanos. Não obstante, cabe ressaltar que, academicamente, os trâmites que envolvem o entendimento acerca da relação com o consumidor são de grande valia para área de marketing, bem como para a psicologia econômica. De acordo com Castro e Foyal (2005), observa-se que a análise comportamental do consumidor, é entendida de

forma extensa de pesquisa recente, amparada pelos subsídios obtidos a partir de experiências, a fim do entendimento do processo de consumo das pessoas.

Nesse contexto, salienta-se que as conquistas pessoais concretizadas promovem o interesse de atingimento de novos objetivos. Na área acadêmica, observa-se que tal processo é um fator promotor da formação continuada, na perspectiva do aprimoramento, bem como de novas realizações, sejam pessoais ou profissionais, o que, conseqüentemente, está atrelado às políticas de qualidade inerentes à trajetória.

Assim sendo, em virtude da demanda de mercado que, em decorrência das alterações econômicas, políticas e sociais, as quais ocorrem a todo o momento, surge nas organizações a necessidade de adaptação aos “novos padrões de qualidade”, a fim de se manterem competitivas, bem como atender e fidelizar um público que é cada vez mais seletivo, exigente e cômico de seus direitos, afinal, “o século vinte trouxe um crescimento explosivo nos bens e serviços, tanto em termos de volume quanto de complexidade. [...] esses bens são cada vez mais complexos e, portanto, mais exigentes em relação à qualidade” (JURAN, 1993, p. 4).

Não obstante, salienta-se que tais alterações no cenário organizacional não se restringem à área econômica, mas estendem-se aos recursos humanos, assim como todos os demais setores, tendo em vista que o patrimônio humano de qualquer instituição é o maior fator promotor do processo de qualidade, tanto na parte operacional produtiva, como na área de serviços e atendimento. Dessa forma, cabe destacar que, embora sejam vitais para as instituições, a eficácia e eficiência no atendimento e qualidade na produção, exclusivamente pautadas nas normas da organização, são, muitas vezes, insuficientes para satisfazer os padrões exigidos pelo público-alvo, tendo em vista que a qualidade também está ligada à forma como a clientela conceitua e entende o produto adquirido ou recebe o serviço prestado.

Assim, subentende-se que a qualidade vai muito além do processo produtivo e deve ser atingida de forma holística, uma vez que todos os aspectos competitivos precisam ser observados, tendo em vista que, “embora os seres humanos sempre desejaram alta qualidade, eles enfrentam ao longo dos séculos, forças poderosas e variáveis que requerem estratégias sempre sujeitas a mudanças para alcançarem seus objetivos” (JURAN, 1993, p. 1).

De acordo com essa perspectiva, há de se entender ainda que tal processo refere-se a um contexto extenso, o qual é conquistado lentamente e de forma gradativa, tendo em vista que o processo para qualidade e excelência se dá através de um agrupado de padrões e ferramentas vitais para manutenção e sobrevivência organizacional, assim como adaptação e prevenção no que tange as interferências sociais, políticas e econômicas sofridas. Nesse paradigma, torna-se vital entender que o fator promotor do sucesso organizacional é o foco na satisfação e superação de expectativas dos seus clientes, sejam eles internos ou externos. Mas como entender

o que é satisfação do público-alvo em um mundo onde as mudanças na sociedade são constantes e concomitantes, tendo em vista influência da globalização?

Por esse motivo, para que haja mais entendimento acerca do que é satisfação para a clientela, torna-se pertinente e essencial o estudo do comportamento do consumidor a fim de que sejam descobertos os entraves em relação à prestação de serviços ou comercialização do produto, com intuito de que os pontos negativos sejam trabalhados, eliminados ou ajustados, bem como os positivos sejam reforçados, motivos pelos quais o presente estudo se justifica. A partir do entendimento acerca de como o consumidor se comporta, segue-se a fase do planejamento e execução de novas estratégias, a fim de adequação entre as expectativas dos clientes e as especificações da organização. Desta forma, o conhecimento que uma organização detém acerca do seu público, é sinônimo de elevação da imagem da instituição, expansão no mercado e ampliação da sua visão, o que, conseqüentemente, promoverá o atingimento das suas metas e principais objetivos.

No que se refere a organizações de Ensino Superior, vale ressaltar que elas não devem se ater apenas à elevação da qualidade do serviço ofertado, mas, também, à visão que o mercado de trabalho tem dos seus alunos, bem como à relação de reconhecimento do ensino prestado, por meio da busca e da contratação de profissionais qualificados. Torna-se cabível mencionar que, no decorrer do tempo, em virtude das constantes necessidades de descoberta quanto ao perfil do público-alvo, diversos estudos e métodos de pesquisa foram desenvolvidos. O presente trabalho, em sua metodologia, objetiva a abordagem quantitativa através do modelo de análise bibliométrica, tendo em vista que este aponta para a relevância de um determinado tema através do número e da frequência de periódicos científicos publicados por autores que versam acerca de um assunto específico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Qualidade e satisfação

De acordo com o entendimento de que o homem é um ser social, compreende-se que as alterações na sociedade, ao longo dos tempos, moldaram o comportamento e o entendimento humano em diversos aspectos, inclusive no que tange à qualidade. Assim, o público tem se tornado cada vez mais exigente e conhecedor dos seus direitos, o que impõe novas regras às organizações em um mercado altamente competitivo. Porém sabe-se que de longas datas subsiste a busca das pessoas por qualidade, afinal, todas as fases de evolução produtiva da humanidade foram marcadas pelo processo de busca do aprimoramento de algo.

Porém, o presente artigo pretende pautar-se no primeiro e segundo quesitos, uma vez que as intenções da análise do comportamento do consumidor, frente à

qualidade, comungam com esse aspecto. Nesse contexto, há de se observar que a qualidade vai além das percepções ou especificações que a organização detém acerca do produto ofertado ou serviço prestado, mas das percepções que o mercado consumidor tem em relação a como o produto ou serviço é recebido pelo cliente, pois ele também é o foco no processo, tendo em vista que cabe a ele o poder de decisão.

Nesse paradoxo, torna-se cabível mencionar que o contexto se torna muito mais amplo, uma vez que as percepções variam de pessoa para pessoa. Assim, o que é um fator qualitativo e determinante para satisfação de um, pode não ser para o outro.

Logo, o processo para reconhecimento de qualidade, além de mutável, é um desafio constante às organizações na atualidade. Por isso a necessidade incessante das organizações de investimentos para adequações às exigências, o que inclui qualificação do seu quadro, conforto, praticidade, inovações, entre outros, a fim de demonstrar empatia com o seu público-alvo. Nas significativas considerações de Ishikawa (1997, p. 35), qualidade tem significado de “rápida percepção e satisfação do cliente das necessidades do mercado, adequação ao uso dos produtos e homogeneidade dos resultados do processo”.

Nessa perspectiva, pode-se se observar a relação tênue entre qualidade e satisfação. Desta forma, a qualidade pode ser entendida ainda como atingimento ou superação das expectativas do público-alvo através da satisfação dos mesmos, pautando-se também na confiabilidade, segurança, presteza, empática, clareza, dentre outros elementos.

Já a satisfação pode ser entendida como “o sentimento de prazer ou de desapontamento resultante da comparação do desempenho esperado pelo produto (ou resultado) em relação às expectativas da pessoa.” (KOTLER, 1998, p. 53).

Assim o sendo, observa-se que satisfação e qualidade embora caminhem juntas, são distintas. Desta forma, a satisfação consiste em atender aos anseios do cliente e está arraigada à sensação que ele tem em relação ao produto adquirido ou serviço recebido. Já a qualidade está atrelada à parte técnica e ao atingimento do conceito de qualidade do público-alvo. Logo, a qualidade pode promover soluções de forma satisfatórias.

2.2 Comportamento do consumidor

Fruto de diversos artigos, estudos e discussões na atualidade, a análise do comportamento do consumidor se mostra, academicamente, como uma ferramenta entre o marketing e a psicologia econômica, conforme Castro e Foxall (2005). Nessa perspectiva, de acordo com Kotler (2000, p. 30), o marketing pode

ser definido como “[...] um processo administrativo e social de planejamento e execução desde a concepção, preço, promoção e distribuição de ideias, bens e serviços para criar trocas que satisfaçam os objetivos de pessoas físicas ou jurídicas e organizações”.

Logo, para que tais trocas atendam, superem ou satisfaçam aos objetivos e aos interesses do mercado – sejam pessoas físicas, jurídicas ou organizações –, torna-se essencial o conhecimento do comportamento do seu público consumidor. Desta forma, os estudos de Goldstein e Almeida (2000) apontam para a necessidade de estreitamento de relação das organizações aos consumidores, a fim de atingir e superar expectativas e necessidades com intuito do entendimento tangente do que o público espera. Assim, salienta-se que, em relação ao comportamento do consumidor, poucos estudos foram publicados nos últimos anos, o que, em relação à modelagem integrativa, pode apontar para um futuro duvidoso. Mais adiante, ele ainda sugere um “novo impulso” a partir da tendência integrativa (holística/holográfica).

Com esse entendimento, torna-se cabível mencionar a necessidade de mais estudos tangentes ao comportamento do consumidor, uma vez que buscam esclarecer os porquês da compra e do consumo, fatores decisórios, bem como o processo de captação de clientes, oferta e demanda, avaliação da qualidade e da satisfação do público-alvo e o pós-venda na perspectiva da manutenção, fidelização e retorno da clientela.

Já em relação às ações socioambientais, os estudos realizados por Tamashiro e colaboradores (2012) entre universitários de instituições públicas apontaram que o processo de compra ou decisão de compra não é afetado por ações socioambientais, bem como que as organizações devem estreitar laços com seu público a fim de que possam divulgar aos consumidores as ações ambientais e sociais em que a empresa tem responsabilidade e, também, mantê-los informados acerca dos impactos favoráveis que geram à sociedade e ao meio ambiente. Nessa perspectiva, os estudos publicados em periódicos de Lopes e Silva (2011) trazem a seguinte contribuição:

Algumas tendências globais nos impelem a refletir sobre um novo modelo comportamental que poderá surgir. A busca incessante por inovações, maior nível de informação e envolvimento sobre os produtos adquiridos, redução da assimetria de informações fortemente motivada pelo uso da web como meio de relacionamento e troca de experiências de consumo e o crescente interesse por assuntos relacionados à preservação do meio ambiente são alguns fenômenos comportamentais que devem fazer parte de novas proposições integrativas do comportamento dos consumidores modernos. (LOPES; SILVA, 2011)

Assim, o assunto em epígrafe mostra sua relevância, tendo em vista o número de pesquisas na área, a fim de que tal processo de decisão na compra possa ser entendido de forma mais abrangente, em virtude do alto grau de competitivi-

dade no mercado, assim como da mutação constante dos padrões de qualidade decorrente do processo de globalização. Nesse contexto, conforme Kotler (2000, p. 182), “o comportamento do consumidor estuda como as pessoas, grupos e organizações selecionam, compram, usam e descartam artigos, serviços, ideias ou experiências para satisfazer suas necessidades e seus desejos”.

Portanto, sabe-se que o processo de decisão de compra sofre influência de diversos fatores, podendo ser biológicos, sociais, culturais etc., decorrendo em etapas a partir de reconhecimento da necessidade, busca de informações, alternativas de produtos ou serviços, alternativas no processo de compra, decisão efetiva de compra e comportamento pós-venda.

Não obstante, cabe salientar que, a partir do conhecimento e do entendimento do comportamento do público-alvo, pode-se compreender os estímulos que influenciam, bem como os fatores promotores da motivação na decisão da compra, o que se torna fundamental na busca da satisfação do mercado. Assim, as organizações têm ferramentas e informações para identificação das ameaças e oportunidades, bem como para definição de mercados, planejamento estratégico e investimentos futuros.

3 MÉTODO

Com intuito de elaboração do presente trabalho, o modelo descritivo de análise bibliométrica foi adotado, uma vez que promove acesso a um apanhado geral tangente à literatura científica sobre o tema, publicado nas plataformas de pesquisas acadêmicas, as quais possibilitam busca dos artigos por palavras-chave, período, autor, dentre outras ferramentas. Assim, a bibliometria, de forma simplista, pode ser entendida como uma ferramenta de análise da produção científica acerca da evolução de publicações tangentes a um tema, através do processo de quantificação da comunicação escrita, valendo-se da estatística e da matemática.

De acordo com Tague-Sutcliffe (1992 apud MACÍAS-CHAPULA, 1998, p. 134), a análise bibliométrica pode ser definida como “o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada”. Já para Maximino (2008), a bibliometria faz parte da ciência da informação e influencia tanto na produção bibliográfica como na mensurabilidade da produção intelectual impressa de autores, além de oferecer ferramentas para comparação entre as publicações científicas e os autores.

Nesse contexto, cabe salientar que os periódicos e artigos científicos publicados em bancos de dados de bases específicas representam uma das maiores ferramentas promotoras da comunicação e divulgação de dados e experiências das pesquisas científicas. Não obstante, Mueller, (2005 apud OLIVEIRA, p. 35) conceitua a perceptibilidade dos artigos científicos como “o grau de exposição e

evidência de um pesquisador ante a comunidade científica”. Assim, a relevância, a continuidade e a qualidade da pesquisa acadêmica acerca de um determinado tema são evidenciadas pelo número de periódicos publicados, o que se torna passível de mensurar através da análise bibliométrica. Ao basear-se na obra de Amim (2000), Campos (2003) menciona que:

Ao avaliar o mérito científico de uma determinada revista, a premissa básica é “informação científica importante é aquela que serve como referência para trabalhos científicos subsequentes”. Assim, se um determinado periódico publica em suas páginas um trabalho científico que é mencionado por outros, conclui-se que o trabalho (e a revista que o publicou) causou impacto na comunidade científica. Quanto mais um trabalho é utilizado como referência para outros, maior o impacto científico que este trabalho coletou. Quanto maior o número de trabalhos que servem de referência para outros que é publicado por uma determinada revista, maior o fator de impacto da revista. (AMIM, 2000 apud CAMPOS, 2004, p. 19)

Nessa perspectiva, a partir da mencionada análise, novos rumos de pesquisa são orientados de forma a promover ou direcionar financiamentos essenciais para as atividades oriundas da pesquisa científica e, conseqüentemente, avanço da ciência. Assim, salienta-se a existência de diversas bases de dados em que os periódicos se encontram registrados e disponíveis às pesquisas, tais como Scielo, ANPAD, ISI, dentre outras.

Não obstante, Campos (2003) menciona que, em relação à pesquisa dos periódicos junto às bases, qualquer avaliação é realizada pelos indicadores ou índices bibliométricos. A partir de então, a detecção do fator de impacto, conforme conceituação dada por Garfield (1987 apud MAXIMINO, 2008, p. 70) pode ser mensurada a partir de um modelo específico.

É relevante mencionar a importância do valor de impacto, tendo em vista que é o indicador dos temas relacionados às pesquisas em destaque. Nesse cenário, outro fator promotor de acessibilidade das informações científicas foi a internet, uma vez que viabilizou agilidade na transmissão de informações em diversos lugares do mundo. Torna-se cabível mencionar que a bibliometria, de forma geral, não trata especificamente do conteúdo de um artigo, livro ou outra publicação, mas das citações contidas nele, tendo em vista que se pauta na historicidade quantitativa e estatística dos eventos científicos publicados.

Nessa perspectiva, há de se mencionar que a pesquisa bibliométrica apoia-se em três pilares conhecidos como as três leis básicas da bibliometria, que são: Lei de Bradford, que se atém à quantificação da produtividade dos periódicos; Lei de Lotka, a qual quantifica a produtividade de autores; e, por fim, a Lei de Zipf, que pauta a busca através das palavras-chave ou da frequência em que as palavras aparecem repetidamente na publicação.

4 QUANTIFICAÇÃO E RESULTADOS DA DISCUSSÃO

Salienta-se que diversas plataformas foram pesquisadas para construção do presente artigo, porém a ANPAD e a CAPES foram adotadas para análise em virtude da relevância das publicações. Ressalta-se que tal estudo delimitou-se ao período entre 2010 a 2014, em que, no que se refere à plataforma CAPES, foram publicados 997 artigos sobre comportamento do consumidor, sendo 407 acerca da análise bibliométrica; 2.168 que versam sobre B2C; e mais 4.447 que se referem a B2B, conforme Tabela 1:

Tabela 1. Publicações por período

Tema	CAPES				
	Ano				
	2010	2011	2012	2013	2014
Comportamento do Consumidor	235	265	233	177	87
Bibliometria	79	85	120	89	34
B2C	349	419	456	501	443
B2B	852	855	946	940	854

Pode-se observar que, dentre os 1.515 artigos veiculados no ano de 2010, 15,51% referem-se ao comportamento do consumidor; 5,21% referem-se a bibliometria; 23,04% a B2C e 56,24% a B2B, o que aponta para um percentual de 18,89% referente ao total de 8.019 publicações entre 2010 e 2014, conforme a Figura 1.

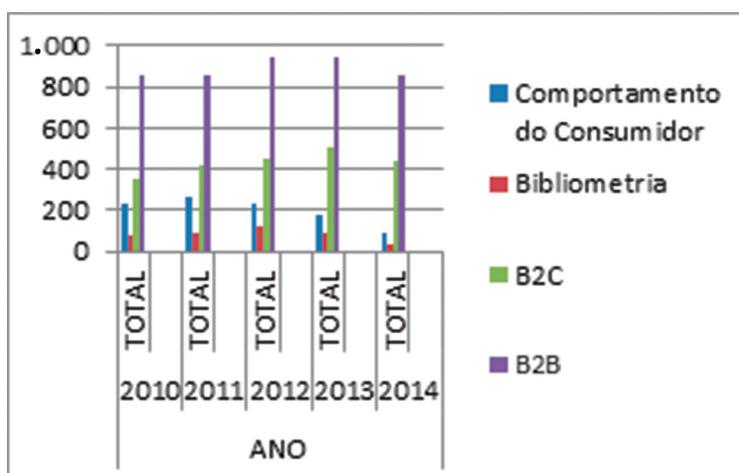


Figura 1. Comportamento do consumidor por ano.

Já conforme dados da ANPAD, observa-se o total de 12 publicações referentes ao comportamento do consumidor dentro do período estipulado (2010 a 2014), conforme Tabela 2:

Tabela 2. Dados ANPAD

Tema	ANPAD				
	Ano				
	2010	2011	2012	2013	2014
Comportamento do Consumidor	4	0	3	2	3
Bibliometria	0	0	0	0	0
B2C	0	0	0	0	0
B2B	0	1	1	0	0

Desta forma, quatro das 14 publicações do período são do ano de 2010, o que se refere a 28,57% do total; três de 2012, 7,14%; duas referem-se ao ano de 2013, 28,57%; e mais três ao ano de 2014, 21,43%. Em relação a análise bibliométrica e B2C, salienta-se que não foram encontrados artigos publicados no período especificado. No que tange a B2B, encontrou-se dois artigos, sendo um do ano de 2011 e outro de 2012, conforme a Figura 2:

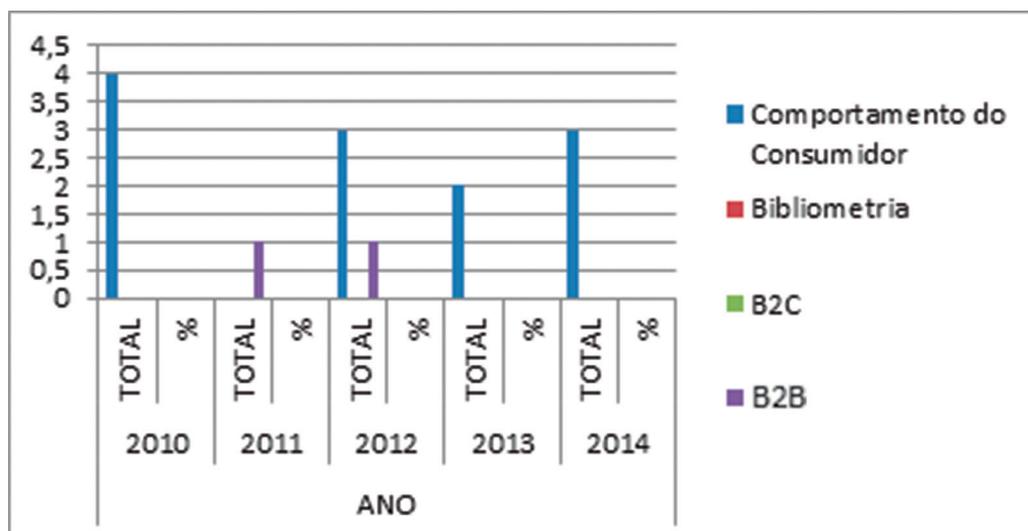


Figura 2. Artigos publicados com B2B.

Já em relação ao comportamento do consumidor no que tange à mensuração da qualidade da satisfação de alunos de instituições públicas de Ensino Superior, os dados revelaram que não ocorreram estudos ou que não foram publicados, o que denota a importância de pesquisas que abordem o tema a fim do desenvolvimento de estudos na área. Salienta-se que, dos 8.033 artigos encontrados nas mencionadas plataformas, 59 foram selecionados, analisados e catalogados para o presente estudo, o que representa um percentual de 0,73% das publicações.

Em relação à classificação como teórico, empírico, ou teórico/empírico dos estudos selecionados, observou-se que a maior parte se refere a empíricos, totalizando 37 artigos, o que representa 62,71% dos 59, contra 16 teóricos (27,12%) e 6 empíricos/teóricos (10,17%). Não obstante, no que tange à classificação por local ou atividade de pesquisa, destaca-se que a maior parte dos estudos foi realizada dentro de empresas, sendo que o segundo lugar de destaque foi de atividades referentes à cultura organizacional, conforme Tabela 3:

Tabela 3. Local de estudos

Local/Atividades de Pesquisa	
Administração Pública	2
Bancos	1
Comércio	4
Cultura Organizacional	13
Educação	4
Empresa	20
Faculdade	1
Indústria	1
Legislação	1
Mercado de Luxo	1
Organização Militar	1
Periódicos	8
Setor Automobilístico	1
Supermercados	2

Assim, fica evidente uma representatividade de 33,33% de análises empíricas realizadas através de questionários e outros modelos para mensuração de resultados, especificamente em algumas instituições privadas e públicas, bem como a diversificação dos estudos em relação aos locais de realização das coletas de dados. Outro fator relevante tangente às pesquisas empíricas e aos locais de desenvolvi-

mento da análise é que, na área de administração pública, só foram encontrados entre os artigos selecionados duas em administração pública e uma em instituição de Ensino Superior, conforme a Figura 3:



Figura 3. Locais de pesquisa.

Nessa perspectiva, cabe ainda mencionar que as atividades foram desenvolvidas em 14 locais distintos, com maior ênfase para empresas e cultura organizacional, tendo em vista mais proximidade do assunto com a área de atividade. Porém, destaca-se que o comportamento do consumidor atinge diversos setores, inclusive não mencionados, sendo assunto merecedor de mais pesquisas atreladas a novas áreas, com intuito da descoberta de novos caminhos.

No que tange à utilização de referências, observou-se ainda maior destaque para as publicações internacionais, tendo em vista que totalizaram 1.845 citações, contra 701 publicações nacionais, conforme a Figura 4:

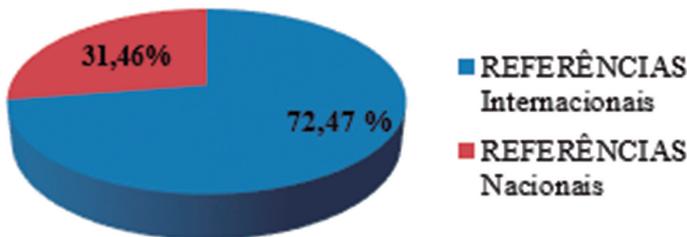


Figura 4. Relação entre as utilizações de referências internacionais e nacionais.

Desta forma, tal classificação aponta para a real necessidade de mais estudos, pesquisas e publicações nacionais de relevância junto às plataformas, tendo em vista que as publicações brasileiras representam apenas 31,46%, enquanto as internacionais, 72,47%. No que se refere à natureza da pesquisa, 37 dos artigos são empíricos, 16 são teóricos e os outros 6 classificam-se como teóricos/empíricos, conforme Tabela 4:

Tabela 4. Natureza da pesquisa

NATUREZA DA PESQUISA	
Empírica	37
Teórica	16
Teórica/Empírica	6

Logo, 62,71% dos estudos classificam-se como empíricos, 27,12% como teóricos e 10,17% tem natureza empírica e teórica, conforme a Figura 5:

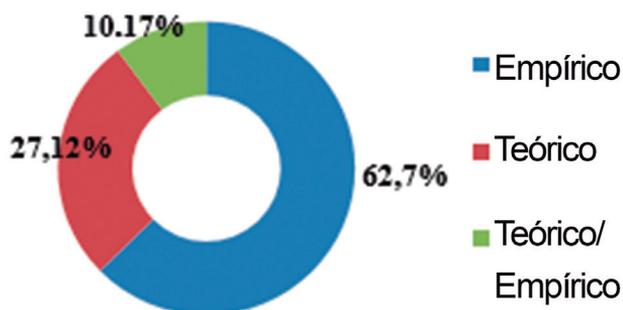


Figura 5. Classificação das pesquisas.

Nessa perspectiva, os estudos empíricos que apresentam maior percentual foram os qualitativos, totalizando 26 artigos (72,47%). Já os quantitativos participaram com o total de 3 artigos (8,82%), ficando os outros 5 (14,71%) para ambos, conforme a Figura 6:

Cabe ressaltar que, dentre os artigos empíricos qualita-

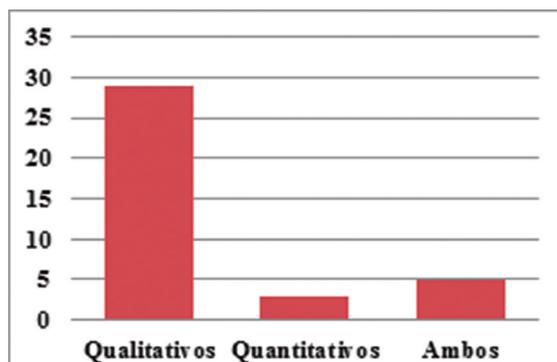


Figura 6. Comparação de estudos empíricos.

tivos, apenas 8 (27,59%) corresponderam à classificação como etnografia, 11 como investigação-ação (37,93%), e os outros 10 (34,48) a estudo de caso, conforme a Figura 7:

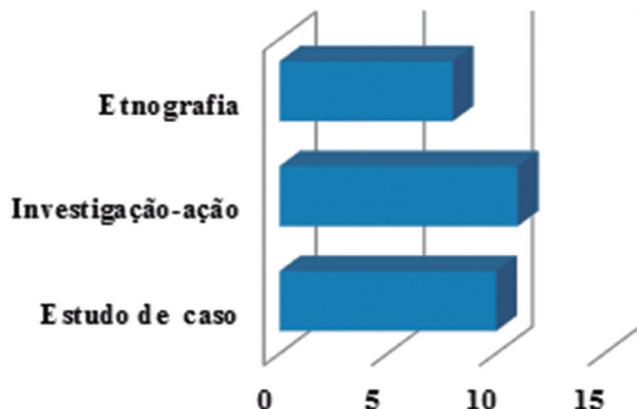


Figura 7. Classificação de artigos de estudos empíricos qualitativos.

Quanto aos artigos empíricos quantitativos, o resultado apontado foi de 3 artigos, sendo 1 estudo descritivo de populações mediante pesquisa, 1 experimento de caso único e 1 estudo descritivo mediante código arbitrário de observações. Por fim, os estudos teóricos compõem 27,12% da análise em pauta, representando o total de 16 artigos, os quais se subdividem em: 9 clássicos (56,25%), 6 metanálises (37,5%) e 1 clássico/metanálise (6,25%).

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo a realização de uma análise bibliométrica tangente ao comportamento do consumidor de produtos e serviços. Para tanto, tornou-se essencial proceder na busca do levantamento do referencial teórico, bem como de artigos publicados referentes a análise do comportamento do consumidor, bibliometria, B2B e B2C nas plataformas CAPES e ANPAD, a fim de que fossem encontrados subsídios para atingimento do proposto, tendo em vista o método utilizado. Logo, no decorrer da pesquisa, foi realizado um breve histórico sobre a qualidade, a satisfação e o comportamento do consumidor. Em seguida, encetou-se à descrição do método utilizado, seguido dos resultados da análise em epígrafe.

Assim, observou-se que o comportamento do consumidor se encontra atrelado à qualidade e à satisfação e que o estudo desses fatores é essencial para o entendimento do processo de decisão de compra, tendo em vista a competitividade presente no mercado. Dentre os 8.033 artigos encontrados nas mencionadas

plataformas, 59 foram selecionados, analisados e catalogados para o presente estudo, o que representa um percentual de 0,73% das publicações.

Nessa perspectiva, cabe destacar que 62,71% dos artigos selecionados são empíricos e que a maioria das análises foi realizada no ambiente das empresas, tendo em vista a proximidade do assunto com a área de atividade. Outro fator relevante foi o número de referências internacionais com maior destaque, tendo em vista o total de 1.845 citações, contra 701 publicações nacionais.

Torna-se cabível ainda mencionar que, apesar da importância do assunto, verifica-se regressão de publicações acerca do comportamento do consumidor no mencionado período, uma vez que, em 2010, o número apresentado foi de 239 artigos, tendo o ápice em 2011 com 265, regredindo para 236, 179 e 90 em 2012, 2013 e 2014, respectivamente. Em relação à bibliometria, observou-se o total de 79 artigos em 2010, 85 em 2011, tendo o seu ápice de 120 publicações em 2012, 89 em 2013 e apenas 34 em 2014. Quanto ao B2C, em relação aos mesmos anos, 349, 419, 456, 501 e 443, respectivamente. Já o B2C, em 2010 foram encontradas 852 publicações, 856 em 2011, 947 em 2012, 943 em 2013 e 854 em 2014.

Não obstante, é mister salientar que o comportamento do consumidor atinge diversas áreas, inclusive não mencionadas, sendo assunto merecedor de mais pesquisas atreladas a novas áreas com intuito da descoberta de novos caminhos e expansão do conhecimento do comportamento do consumidor.

Nesse contexto, em virtude de inexistência de publicações concernentes ao comportamento do consumidor em relação à oferta de serviços em instituições públicas de Ensino Superior, o presente artigo se justifica a fim de que pesquisas na área sejam realizadas, em virtude da relevância do tema em questão para seu público-alvo, bem como do grau de competitividade das organizações frente à concorrência presente no mercado.

REFERÊNCIAS

- ANPAD. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/index.php>>. Acesso em: 30 set. 2014.
- CAMPOS, M. Conceitos atuais em bibliometria. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 18-21, 2003.
- CAPES. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 03 out. 2014.
- CASTRO, J. M. O.; FOXAL, G. R. Análise do comportamento do consumidor. In: RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, M. R. *Análise do comportamento: pesquisa teoria e aplicação*. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- GOLDSTEIN, M.; ALMEIDA, H. S. Crítica dos modelos integrativos de comportamento do consumidor. *RAUSP*, v. 35, n. 1, 2000. Disponível em: <http://www.rausp.usp.br/busca/artigo.asp?num_artigo=71>. Acesso em: 20 nov. 2014.

- ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total à maneira japonesa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade: um guia para executivos**. São Paulo: Pioneira Administração e Negócios, 1993.
- KOTLER, P. **Administração e marketing**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- _____. **Administração de marketing**. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- LOPES, E. L.; SILVA, D. **Modelos integrativos do comportamento do consumidor: uma revisão teórica**. Disponível em: <<http://revistabrasileiramarketing.org/ojs-2.2.4/index.php/remark/article/viewArticle/2273>>. Acesso em: 19 nov. 2014.
- MACÍAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cientometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago. 1998.
- MAXIMINO, P. A Bibliometria e as bibliotecas: projectos de investigação. **Revista Cadernos BAD**, n. 1, 2008.
- OLIVEIRA, E. B. Produção científica nacional na área de geociências: análise de critérios de editoração, difusão e indexação em bases de dados. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 34-42, maio/ago. 2005.
- PROCOPIUCK, M. **Políticas públicas e fundamentos da administração pública**. Análise e Avaliação: governança e redes de políticas, administração judiciária. São Paulo: Atlas, 2013.
- SPELL. Scientific Periodicals Electronic Libray. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/>>. Acesso em: 05 out. 2014.
- TAMASHIRO, H. R. S.; MURARI, W. A.; OLIVEIRA, S. V. W. B.; ACEVEDO, C. R. Comportamento socioambiental do consumidor: um estudo com universitários do interior paulista. **Production**, v. 22, n. 2, mar./abr. 2012.

3

CAPÍTULO

ANÁLISE DO HISTÓRICO DE DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE APARELHO DE INDERBITZEN PARA A CONFECCÃO DE TABELAS COMPARATIVAS

Ana Paola do Nascimento Silva¹

Maria Tereza da Silva Melo¹

Resumo: O estudo dos processos erosivos e de seus condicionantes é de fundamental importância para o seu entendimento. Desta forma, a partir de sua

¹ Unidade Acadêmica Especial de Matemática, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil. E-mail de contato: anapaolans@gmail.com

compreensão é que se torna possível desenvolver alternativas capazes de minimizar seus efeitos sobre o espaço. De acordo com esta necessidade, foi proposto o aparelho de Inderbitzen, a fim de simular uma situação real de erodibilidade dos solos em laboratório para a obtenção de resultados que representassem de modo semelhante o fenômeno de erosão ocorrido na natureza. Neste contexto, o presente trabalho objetivou reunir, expor dados e informações acerca do aparelho de Inderbitzen, desde seu desenvolvimento em 1961 até novas propostas de equipamentos que foram idealizadas por pesquisadores brasileiros. Deste modo, a partir dos resultados obtidos, foram confeccionadas tabelas comparativas que abrangeram semelhanças e divergências, evidenciando peculiaridades no trabalho de cada pesquisador, seja na montagem dos equipamentos, das amostras coletadas e/ou na realização dos ensaios.

Palavras-chave: Processos erosivos. Aparelho de Inderbitzen. Erodibilidade. Tabelas comparativas.

Abstract: The study of erosion and their conditioning is very important for your understanding. Thus, from their understanding it is that it becomes possible to develop alternatives able to minimize their effect on the space. And according to this need has been proposed the Inderbitzen apparatus in order to simulate a real situation erodibility of the laboratory in soil, to obtain results that similarly represented erosion phenomenon occurring in nature. In this context, this study aimed to gather, display data and information about the Inderbitzen device since its development in 1961 by new proposals of equipment that were developed by Brazilian researchers. Thus, from the results, comparative tables were prepared covering similarities and differences, highlighting peculiarities in the work of each researcher during the assembling of the equipment, collected and/or conducting the test samples

Keywords: Erosion. Inderbitzen apparatus. Erodibility. Comparative tables.

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente está continuamente se transformando e se recriando, por meio de fatores internos e externos a ele. Assim, estas transformações são responsáveis pela manutenção de seu equilíbrio. Neste sentido, a erosão também se caracteriza por ser um processo natural que influencia na formação dos solos, mantendo nivelada a quantidade erodida e a recomposta (CAMAPUM DE CARVALHO et. al. 2006).

Porém, o crescimento desordenado e sem planejamento das cidades tem agravado esse fenômeno ambiental, aumentando a intensidade dos seus efeitos. Este problema consiste no desprendimento e arraste das partículas dos solos pela ação, principalmente, da água da chuva, resultando na degradação do solo em

termos físico-químicos, na perda de fertilidade, no assoreamento de cursos d'água ou até mesmo numa possível contaminação dos mananciais (SILVEIRA, 2002).

Neste contexto, a erosão hídrica, fenômeno causado quando o agente condicionante é a chuva, foi objeto de estudo para Inderbitzen (1961), que observou neste tipo de fenômeno a necessidade de avaliação da erodibilidade dos solos diante da potencial erosividade da chuva. Segundo Camapum de Carvalho et. al. (2006), tanto a erodibilidade dos solos quanto a erosividade da água são elementos desencadeadores de processos erosivos.

Desta forma, em seu estudo, Inderbitzen (1961) idealizou um aparelho para a execução de testes laboratoriais para a avaliação da suscetibilidade erosiva dos solos. Seu estudo foi de suma importância para o maior entendimento deste tipo de erosão que ocorre em várias regiões do mundo e foi fundamental também para pesquisadores no Brasil, onde este tipo de erosão é recorrente, devido à alta taxa pluviométrica do país.

2 OBJETIVO

O presente trabalho possui o objetivo geral de reunir e expor dados acerca do desenvolvimento do aparelho de Inderbitzen desde sua proposta inicial em 1961 até 2013. Outros pesquisadores brasileiros, ao longo dos anos com a finalidade de ampliar o campo de pesquisa, desenvolveram seus próprios aparelhos e modificaram alguns parâmetros adotados inicialmente por Inderbitzen (1961) de acordo com a necessidade do seu estudo e de seu campo de trabalho. Estas modificações expandiram o estudo da erodibilidade dos solos, possibilitando uma análise mais detalhada de fatores relacionados à erosão hídrica que contribui para ocasionar feições erosivas no terreno. Dessa forma, as informações reunidas acerca do histórico de desenvolvimento do aparelho de Inderbitzen irão servir de subsídio para a confecção de tabelas comparativas que irão abranger as semelhanças e as divergências do trabalho de cada autor, seja na construção do aparelho, no manejo das amostras coletadas e/ou na realização dos ensaios.

3 MÉTODOS

A questão do histórico de desenvolvimento do aparelho de Inderbitzen é aqui investigada por meio da reunião de informações presentes na literatura geotécnica sobre os principais autores brasileiros que difundiram metodologias de construção do equipamento baseados no conceito inicial que foi proposto por Inderbitzen em 1961. Esta pesquisa firmou-se em destacar aqueles pesquisadores que de certa forma ampliaram o estudo inicial de Inderbitzen por meio de modificações nos aspectos relacionados às características do aparelho, das amostras e dos en-

saios, com o intuito de aproximar o ensaio laboratorial com as condições observadas in loco para obterem melhores resultados sobre as características dos solos.

3.1 Metodologia difundida por Inderbitzen (1961)

Inderbitzen (1961) foi o primeiro pesquisador a estudar e propor um modelo de avaliação da suscetibilidade erosiva do solo, através de ensaio laboratorial. Seu método consistia na montagem de um equipamento que permitisse simular a situação de erosão hídrica observada em campo dentro do laboratório para avaliar as condições que propiciam este tipo de erosão e seus efeitos.

De acordo com Inderbitzen (1961 apud LEMOS, 2002) o aparelho proposto consiste em uma rampa metálica com dimensões de 76,20 cm de comprimento, com um furo central de 15,24 cm de diâmetro para o confinamento da amostra coletada em anel metálico, conforme Figura 1. O aparelho ainda apresenta cantoneiras que possibilitam a variação do ângulo de inclinação da rampa.

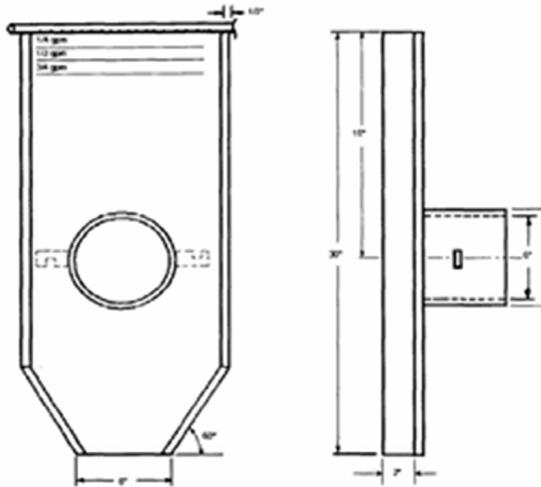


Figura 1. Modelo de aparelho proposto por Inderbitzen. Fonte: adaptada de Inderbitzen (1961 apud LEMOS, 2002).

Para assemelhar-se a um escoamento superficial, utiliza-se um tubo de cobre perfurado, de comprimento semelhante à largura da rampa, de onde sai um fluxo contínuo de água (INDERBITZEN, 1961 apud LEMOS, 2002). O ensaio consiste no escoamento de água através do tubo de cobre sobre a rampa metálica, simulando o escoamento superficial da chuva. Para proporcionar este escoamento, utiliza-se um reservatório próximo à parte superior do plano, sendo mantida a vazão constante durante todo o ensaio que se dá por um período máximo de duas horas (SILVEIRA, 2002).

O autor ainda explica que no furo existente é colocada uma amostra de solo indeformada ou compactada, permitindo que sua superfície coincida com a superfície da rampa inclinada. Sendo assim, o material que é erodido através do escoamento é coletado pelo conjunto de peneiras em períodos previamente determinados. Deste modo, todo o material retido é colocado em recipientes e levados à estufa, para a obtenção de seu peso seco. A partir da obtenção dos valores do seu peso seco acumulado nos respectivos tempos, correlacionam-se os valores encontrados com o da área da amostra, assim será finalmente obtida a medida da erosão pela Equação (1), como apresentada pelo autor:

$$E = \frac{Ps}{A} \quad (1)$$

Em que:

E é a medida da erosão (g/cm²);

Ps é o peso do solo seco (g);

A é a área superficial (cm²).

Por meio da medida da erosão (E), é possível avaliar a suscetibilidade erosiva, sendo que o mesmo método de ensaio pode ser realizado para tipos diferentes de solos o que permite observar e comparar como os processos erosivos atuam em variados solos, apontando qual variedade é mais propícia à erosão. Esta diferença de suscetibilidade é chamada de erodibilidade dos solos.

De acordo com Lemos (2002), o trabalho de Inderbitzen (1961) possibilitou a análise de uma gama de parâmetros que podem ser alterados e/ou incrementados na análise de acordo com as necessidades de cada estudo, como: variação da declividade da rampa, alteração da vazão, do fluxo de água e das condições do solo (com ou sem proteção superficial, compactado e umidade na condição saturada ou parcialmente saturada). Esta possibilidade abriu espaço para vários pesquisadores desenvolverem seus aparelhos de Inderbitzen, alterando o projeto inicial e analisando parâmetros específicos dando um direcionamento singular a cada trabalho.

3.2 Metodologias propostas por pesquisadores brasileiros baseados no método de Inderbitzen (1961)

Um dos estudos pioneiros no Brasil, de acordo com Bastos (1999), foi o trabalho desenvolvido por Fonseca e Ferreira (1981). O equipamento foi trazido pelo engenheiro Salomão Pinto e construído com base no aparelho esboçado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal – LNEC.

Essa proposta desenvolvida já trazia algumas modificações nas dimensões da rampa, que possuía 78 cm de comprimento e 34 cm de largura, conforme Figura 2. De acordo com o ensaio descrito por Fonseca e Ferreira (1981 apud LEMOS, 2002), todo o processo foi realizado a partir da retirada de amostras de solo com diâmetro de 15,24 cm e altura de 4,6 cm. As amostras possuíam uma peculiaridade por serem retiradas em três condições de umidade: natural, pré-saturada e ressecamento prévio.

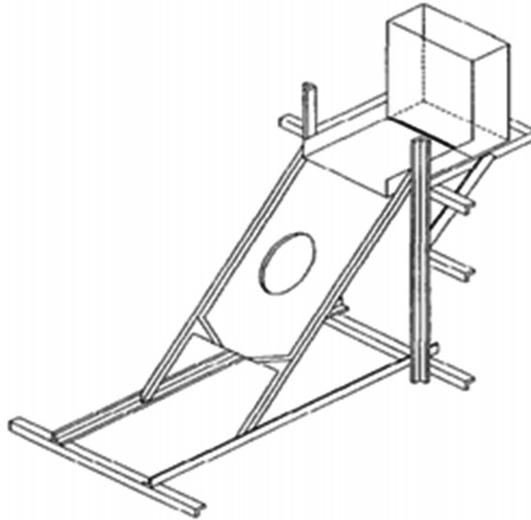


Figura 2. Modelo de aparelho proposto por Fonseca e Ferreira. Fonte: adaptada de Fonseca e Ferreira (1981 apud LEMOS, 2002).

O autor ainda destaca que foram realizadas duas séries de ensaios com a inclinação da rampa variando de 44° a 59° , considerando, para cada série, vazões entre 59 e 314 cm^3/s e intervalos de tempo de 5, 15, 30, 60 e 120 minutos de ensaio. Outro pesquisador no qual seu estudo apresenta bastante relevância é Fácio (1991). De acordo com Fácio (1991 apud LEMOS, 2002), foi idealizado um novo aparelho, modificando o projeto original e adaptando três rampas paralelas, com o intuito de realizar ensaios simultâneos, conforme Figura 3. Ainda se adicionou bacia de uniformização de fluxo e fixação roscável das amostras nas rampas, reduzindo a largura da rampa para 33 cm e aumentando o seu comprimento para 130 cm. Quanto ao diâmetro das amostras, também houve uma redução para 10 cm.

Fácio (1991) foi o primeiro pesquisador a propor uma normatização do ensaio de Inderbitzen ao fixar alguns parâmetros, como: vazão de 50 ml/s , tempo de ensaio de 20 minutos, declividade de 10° e tempo de pré-umedecimento (embebimento) igual a 15 minutos, para que as eventuais forças de sucção sejam

anuladas. A partir da realização dos ensaios, o autor concluiu que a perda de solo aumenta quando: o grau de saturação diminui, a vazão aumenta ou o grau de inclinação da rampa aumenta. Outro fator verificado foi que a perda de solo é mais significativa (65% da perda total) nos primeiros 5 minutos de ensaio.

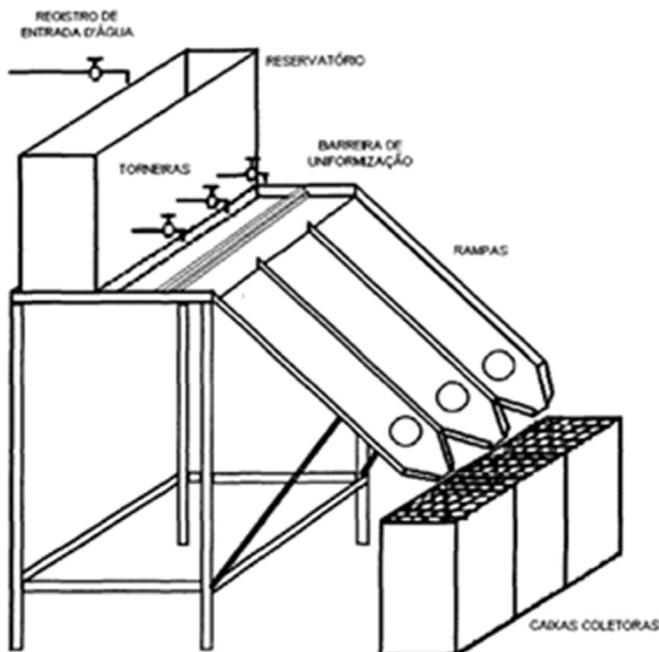


Figura 3. Modelo de aparelho proposto por Fácio. Fonte: adaptada de Fácio (1991 apud LEMOS, 2002).

A pesquisa realizada por Bastos (1999) consistiu na construção de um aparelho semelhante ao de Inderbitzen (1961), porém com algumas alterações, como: rampa de 25 cm de largura, 60 cm de comprimento e com articulação que permite a mudança da declividade de 0° a 54° , de acordo com Figura 4. Já os amostradores eram de cloreto de polivinila – PVC biselado – com diâmetro de 9,76 cm e altura de 5 cm. O fluxo de água, que simula o escoamento superficial, era alimentado por uma rede hidráulica e a vazão era gerida por um registro e rotâmetro (LEMOS, 2002).

Para a realização do ensaio, todo o material erodido passou por um conjunto de peneiras com malhas de 4,8; 2,0; 0,42 e 0,074 mm e a água foi coletada em recipientes de 60 litros. Para ampliar a análise, o autor utilizou inclinações variáveis da rampa, sendo utilizadas angulações de 10° , 26° , 45° e 54° . As vazões utilizadas foram de 3 e 6 L/min e as amostras foram ensaiadas sob condições de umidade natural, seca ao ar por 72 h e umedecidas por 24 h. Por fim, o pesquisador determinou intervalos de tempo de 1, 5, 10 e 20 minutos de ensaio.

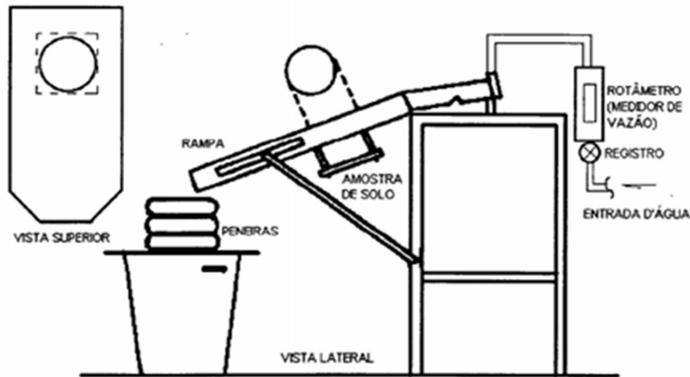


Figura 4. Modelo de aparelho proposto por Bastos. Fonte: adaptada de Bastos (1999 apud LEMOS, 2002).

Um dos trabalhos mais relevantes foi o de Freire (2001), por modificar consideravelmente o aparelho inicialmente proposto por Inderbitzen (1961), ficando seu ensaio conhecido como Inderbitzen Modificado. Seu objetivo com as alterações era suprir as limitações observadas no aparelho de Inderbitzen original, propondo um ensaio que representasse também a ação do impacto das gotas de chuva no solo. Dessa maneira, seu trabalho foi denominado “Grau de Erodibilidade do Solo – GES”, no qual simula o impacto das gotas de chuva através de um “chuveiramento” sobre a amostra. Seu novo equipamento consistia em uma estrutura tubular, na qual foi apoiada uma grelha com apenas duas possibilidades de inclinação, sendo disposta uma amostra de solo prismática não confinada debaixo de duas linhas de “chuveiramento” a uma altura de 20 cm, conforme a Figura 5, sendo que a vazão era controlada através de um manômetro.

Todo o material erodido foi coletado por um recipiente que o dispôs abaixo da grelha. Posteriormente, todo o material presente foi escoado para o recipiente adjacente, utilizado para decantação.

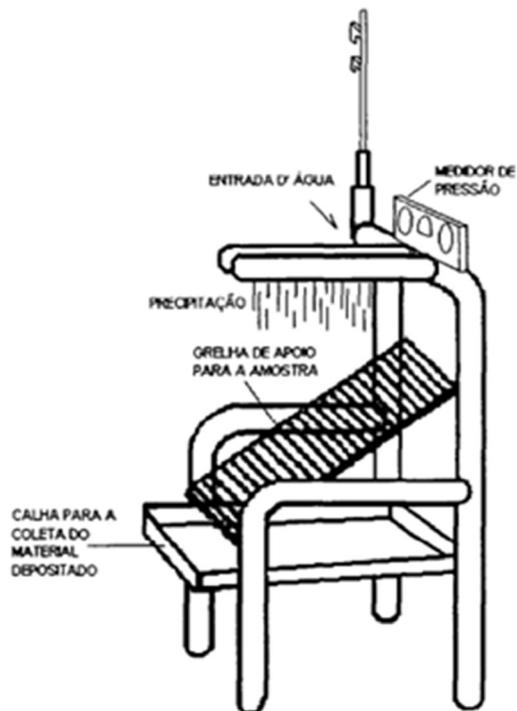


Figura 5. Modelo de aparelho proposto por Freire. Fonte: adaptada de Freire (2001 apud LEMOS, 2002).

Análogo ao equipamento desenvolvido por Freire (2001), alunos da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, desenvolveram seu próprio equipamento de Inderbitzen Modificado ao realizarem o trabalho “Construção de um modelo para análise do índice de erodibilidade do solo em uma região do município de Catalão – Goiás” no ano de 2013. O equipamento consistiu em uma estrutura tubular, como proposto por Freire (2001), composta por uma grelha localizada debaixo de duas linhas de “chuveiramento”, sendo que a amostra é colocada sobre a grelha, conforme as Figuras 6(a) e 6(b). Durante o ensaio, o solo é erodido e transportado por gravidade para um recipiente de acumulação. Para prosseguir com o ensaio, todo o material que estava no recipiente de acumulação passa pela peneira de abertura de 0,075 mm (QUIRINO; MORAIS; MELO, 2013).

Ainda de acordo com os autores supracitados, posteriormente à realização do ensaio, deve ser reservada a quantidade de material erodido retido no recipiente de acumulação e na peneira de malha de 0,075 mm. Após a retirada, o material segue para secagem em estufa e pesagem do material seco.

Para encontrar o potencial de erodibilidade (E), os autores utilizaram a Equação (1), na qual é dividida a quantidade acumulada de solo retido no recipiente e na peneira pela área superficial da amostra.

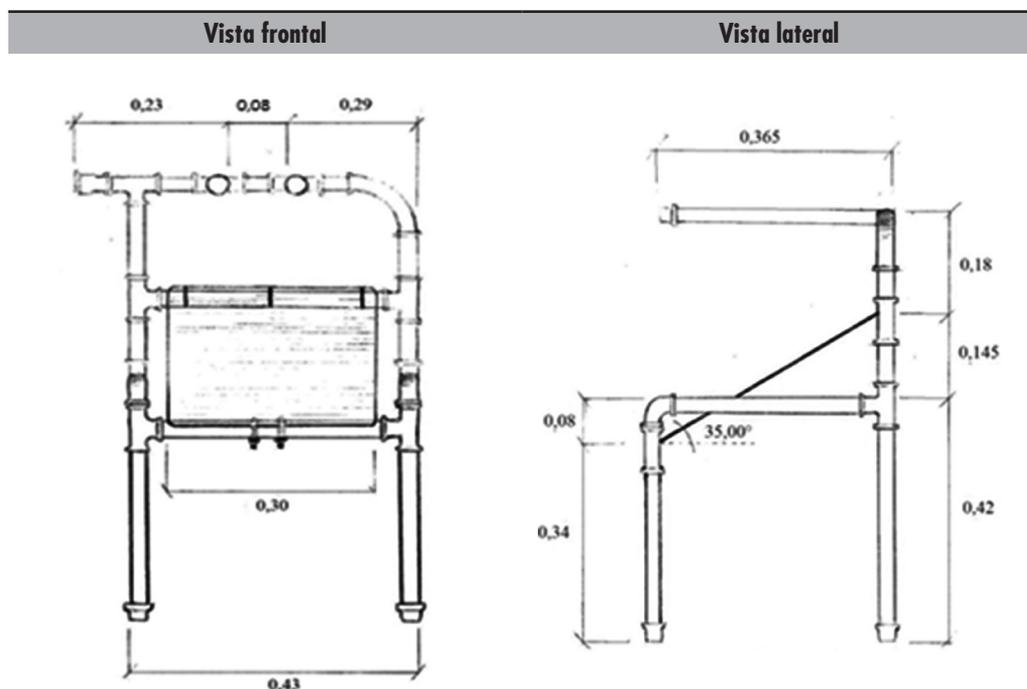


Figura 6. Modelo de aparelho proposto por Quirino, Morais e Melo. Fonte: adaptada de Quirino, Morais e Melo (2013).

4 RESULTADOS

A partir da reunião e da exposição de informações acerca dos principais modelos de aparelho de Inderbitzen desenvolvidos pelos pesquisadores citados, foi possível a confecção de tabelas comparativas com o intuito de apresentar as semelhanças e as divergências entre cada modelo.

A Tabela 1 apresenta as comparações entre as características físicas de cada aparelho proposto.

Tabela 1. Comparação dos dados sobre cada aparelho proposto

Autores	Dimensões do aparelho	Inclinação da rampa
Inderbitzen (1961)	Comprimento 76,20 cm	-
Fonseca e Ferreira (1981)	Comprimento 78 cm Largura 34cm	44° e 59°
Fácio (1991)	Comprimento 130 cm Largura 33 cm	10°
Bastos (1999)	Comprimento 60 cm Largura 25 cm	10°, 26°, 45° e 54°
Freire (2001)	-	-
Quirino et al. (2013)	Comprimento 48 cm	35°
	Largura 37 cm	
	Altura 75 cm	

Já a Tabela 2 apresenta as comparações entre as características das amostras coletadas para a realização de cada ensaio.

Tabela 2. Comparação sobre as amostras coletadas

Autores	Dimensões	Confinada	Condições de umidade
Inderbitzen (1961)	Diâmetro 15,24 cm	Sim	-
Fonseca e Ferreira (1981)	Diâmetro 15,24 cm	Sim	Natural Pré-saturada Ressecamento prévio
Fácio (1991)	Diâmetro 10 cm	Sim	Embebimento de 15 min

Autores	Dimensões	Confinada	Condições de umidade
Bastos (1999)	Diâmetro 9,76 cm	Sim	Natural Seca ao ar por 72 h Umedecida por 24 h
Freire (2001)	Prismática	Não	-
Quirino et al. (2013)	Diâmetro 20 cm	Não	Natural

A Tabela 3 apresenta as peculiaridades de cada ensaio, como tipo de ensaio, vazão dada em L/min e tempo de ensaio estabelecido por cada autor.

Tabela 3. Comparação dos dados sobre cada ensaio desenvolvido

Autores	Tipo de ensaio	Vazão (L/min)	Tempo de ensaio
Inderbitzen (1961)	Inderbitzen	Constante	120 min
Fonseca e Ferreira (1981)	Inderbitzen	3,54 e 18,84	120 min
Fácio (1991)	Inderbitzen	3	20 min
Bastos (1999)	Inderbitzen	3 e 6	20 min
Freire (2001)	Inderbitzen Modificado	-	Solo saprolítico 600 min Solo laterítico 90 min
Quirino et al. (2013)	Inderbitzen Modificado	1,96	90 min

5 DISCUSSÃO

A confecção das tabelas comparativas mostrou que todos os pesquisadores seguiram o mesmo direcionamento de trabalho defendido por Inderbitzen (1961), no qual consistia na simulação de um escoamento superficial por meio da cons-

trução de um aparelho. No entanto, após a reunião de informações acerca dos pesquisadores, ficou evidente que cada estudo conteve suas singularidades, seja no modelo de aparelho proposto, nas características da amostra ou no desenvolvimento do ensaio.

As primeiras modificações no aparelho aplicavam-se apenas nas dimensões (comprimento e largura), mantendo o conceito inicial proposto. Porém, Freire (2001) o recriou introduzindo um método de “chuveiramento”, aproximando ainda mais o aparelho das condições reais do meio. A proposta do autor era de imitar o impacto das gotas sobre o terreno, ocasionando a separação e o posterior transporte das partículas por efeito de salpicamento. Vale ressaltar também que, em seu trabalho e no de Quirino, Moraes e Melo (2013), as amostras não se encontravam confinadas, permitindo um efeito maior do “chuveiramento” sobre as faces da amostra.

Além disso, os pesquisadores observaram nas condições e nas características da amostra outras possibilidades de análise do estudo da erodibilidade dos solos, como suas propriedades de umidade, cobertura vegetal, formato e dimensões, permitindo uma melhor caracterização das amostras de acordo com seus aspectos reais quando encontrados na natureza. Outro fator modificado foram os ensaios que permitiam a alteração da vazão de escoamento e o tempo de ensaio.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos a partir da reunião de informações acerca do histórico de desenvolvimento do aparelho de Inderbitzen resultaram na confecção de tabelas comparativas contendo as características relacionadas à montagem do aparelho, das propriedades da amostra e do método de ensaio. Em vista disso, foi possível concluir que houve uma tendência de construção de equipamentos mais econômicos, devido à diminuição de suas dimensões e no emprego dos materiais mais simples. Além disso, os autores buscaram praticidade na utilização dos aparelhos para possibilitar uma maior quantidade de ensaios, como ensaios simultâneos, e mais possibilidades de alterações no grau de inclinação da rampa.

Pode-se concluir também que as características das amostras foram modificadas de acordo com as formas de confinamento e também das condições de umidade. Estas mudanças realizadas ao longo dos anos possibilitaram uma melhor caracterização e aproximaram as condições da amostra coletada das condições reais do local de retirada.

Em relação ao método de ensaio, observou-se modificação na criação de meios para a simulação do efeito da gota de chuva sobre o solo, a exemplo das linhas de “chuveiramento” do ensaio de Inderbitzen Modificado, o que possibilitou uma ampliação do estudo da erodibilidade no sentido de que aumentou os

parâmetros de análise dos ensaios, melhorando os resultados obtidos. Dessa maneira, as modificações propostas por cada autor pesquisado demonstraram que existem diversas possibilidades de análise que podem ser realizadas por meio de alterações de modo a se chegar ao resultado pretendido em cada trabalho. Além disto, é válido ressaltar que as tabelas comparativas foram fundamentais para facilitar a visualização e a simplificação da disposição das principais informações de cada pesquisador, portanto, atingindo o objetivo proposto.

Assim, as metodologias baseadas em Inderbitzen (1961), ao decorrer dos anos, passaram por modificações de acordo com a necessidade de cada pesquisador em tornar seu estudo singular, resultando em uma melhoria na reprodução das condições encontradas na natureza, o que possibilitou a obtenção de resultados cada vez mais satisfatórios e fidedignos com a realidade. Desta forma, torna-se importante a continuidade dos estudos de modo a permitir o acompanhamento da evolução dos aparelhos e das características que os distinguem das propostas anteriores de equipamentos e ensaios.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, C. A. B. **Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. 269 p.
- CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S. **Processos erosivos no Centro-Oeste brasileiro**. Brasília: FINATEC, 2006.
- FÁCIO, J. A. **Proposição de uma metodologia de estudo da erodibilidade dos solos do Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1991.
- FONSECA, A. M. M. C. C.; FERREIRA, C. S. M. Metodologia para determinação de um índice de erodibilidade de solos. In: Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia, 1981, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ; CNPq; ABMS, 1981.
- FREIRE, E. P. Ensaio Inderbitzen modificado: um novo modelo para avaliação do grau de erodibilidade do solo. In: VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABGE, 2001.
- INDERBITZEN, A. L. An erosion test for soils. **Materials Research & Standards**, v. 1, n. 7, Technical Note, p. 553-554, 1961.
- LEMOES, C. F. **Avaliação da erosão superficial em áreas de cultivo com plantio direto e plantio convencional, utilizando o aparelho de Inderbitzen**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. 82 p.
- QUIRINO, G. H. A.; MORAIS, L. S.; MELO, M. T. S. Construção de um modelo para análise do índice de erodibilidade do solo em uma região do município de Catalão – Goiás. In: III Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica na Região Centro-Oeste e VI Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos, 2013, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFG, 2013.

SILVEIRA, L. L. L. **Elaboração de carta de susceptibilidade à erosão das bacias dos rios Araraquara e Cubatão-SP, escala 1:50.000.** Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – USP. São Carlos, 2002. 211 p.

4

CAPÍTULO

BARREIRAS PARA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS PRÁTICAS DE *GREEN SUPPLY* CHAIN MANAGEMENT

Bianca Dias da Silva¹

Maico Roris Severino¹

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos do Programa Institucional de Bolsa Voluntária de Iniciação Científica (PIVIC).

¹ Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil. E-mail de contato: bianca.dias.silvaa@gmail.com, maicororis@gmail.com

Resumo: A sustentabilidade tornou-se um tema de grande relevância no contexto mundial para esta e as futuras décadas. Em decorrência deste fato, de uma maneira geral as organizações se apresentam mais conscientes e interessadas em adotar práticas ambientais visando obter vantagem competitiva. Dentre as práticas, destaca-se a *Green Supply Chain Management* (GSCM), ou Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde. Contudo, verifica-se que a implementação destas ações na indústria ainda é tímida. Assim, este estudo objetivou analisar as principais barreiras com as quais as organizações deparam ao optarem por implementar práticas relacionadas à GSCM, bem como efetuar a sua manutenção, uma vez que a implementação *foi bem-sucedida*. Dentre as principais barreiras identificadas, pode-se destacar legislação, custo, questões relacionadas a clientes/consumidores, entre outros. O estudo apresentou uma diversidade de desafios de distintas naturezas, sobretudo para que a implementação seja efetiva, demonstrando a relevância de estudos e a busca por alternativas para solucionar ou amenizar as consequências impostas estas barreiras.

Palavras-chave: *Green Supply Chain Management*. Barreiras. Implementação. Manutenção.

Abstract: Sustainability has become a relevant subject in a worldwide context for this and the next future decades. Due to this fact in a general way the organizations show themselves aware and more interested in adopting environmental practices aiming competitive advantage. Among this practices, we can highlight the *Green Supply Chain Management* (GSCM). However, the implementation of these practices by the industries is still irrelevant. This way, this study aims to analyze the main barriers that organizations face when they opt for implementing practices related to GSCM and make the maintenance of these practices, once this implementation is successful. The study shows a diversity of challenges of distinct nature, so that the implementation is effective, demonstrating the relevance of studies and the search for alternatives to solve or mitigate the consequences imposed to these barriers.

Keywords: *Green Supply Chain Management*. Barriers. Implementation. Maintenance.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem se tornado um fator decisivo para competitividade nas últimas décadas, assim como se presume que também seja uma tendência futura. Desta forma, torna-se vital para a sobrevivência das organizações a implementação de práticas que reduzam os impactos relativos às atividades industriais. Associada a medidas legislativas rigorosas e crescente consciência ambiental em um âmbito mundial, é possível observar uma intensa pressão exercida sobre as

organizações, o que torna imprescindível formular estratégias que melhorem o desempenho ambiental das empresas (ZHU; SARKIS; GENG, 2006).

Desta maneira, verifica-se que é fundamental considerar o tema sustentabilidade e meio ambiente como parte da cultura das organizações, buscando a implementação de práticas “verdes” por toda a cadeia de suprimentos. Seuring e Müller (2011) destacam que os integrantes de uma cadeia de suprimentos estão irrevogavelmente conectados por meio dos fluxos de materiais, de informação e de capital, fazendo com que os componentes de toda a cadeia de suprimentos sejam responsáveis por implantar e manter as práticas sustentáveis, não sendo responsabilidade apenas das empresas focais.

A *Green Supply Chain Management* (GSCM), ou Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde, pode ser definida como uma área interdisciplinar que nos últimos anos se desenvolveu extensamente, ganhando notoriedade tanto na indústria quanto no meio acadêmico (SARKIS, 2005). Deste modo, a mudança na estratégia da cadeia de suprimentos foi de suma importância para que houvesse a ascensão da GSCM, fazendo com que esta pudesse se desenvolver como um campo crescente e separado, propondo uma integração ambiental de conceitos (MUDULI apud SHRIVASTAVA, 2013).

Portanto, a GSCM emerge como uma ferramenta de gerenciamento altamente eficiente e também como uma espécie de filosofia direcionada às organizações que lideram a implementação destes conceitos por toda a cadeia, almejando alcançar desde a compra “verde”, integrada ao gerenciamento do ciclo de vida do produto para que envolva desde o fornecedor até o fabricante e o cliente, fechando o ciclo com a logística reversa (ZHU; SARKIS, 2004). Segundo Gilbert (2000), a GSCM aborda o conceito da cadeia de suprimentos tradicional integrada a fundamentos ambientais, visando manter uma relação em longo prazo com os fornecedores e implementar a logística reversa, bem como tomar decisões conjuntas de compras ambientais. Esta prática busca limitar os desperdícios referentes aos processos industriais de forma a conservar energia e outros recursos, além de evitar que haja dispersão de resíduos perigosos no meio ambiente (NUNES; MARQUES; TORRES, 2004). Cada vez mais este conceito vem sendo incorporado pela indústria, tornando-se uma forma das organizações trabalharem de acordo com as exigências dos regulamentos ambientais para melhorar o desempenho dos processos produtivos e de produtos (HSU; HU, 2008) para reduzir os impactos ambientais inerentes às atividades industriais. Existem diversos motivos que podem levar uma organização a adotar a GSCM, pois, além da redução de impactos ambientais, pode haver também um retorno financeiro positivo para a organização que adote estas práticas (HALL, 2000).

Apesar de haverem benefícios econômicos e sociais a serem obtidos por meio da adoção e implementação da GSCM na indústria, grande parte das organiza-

ções demonstra relutância em adotar estas práticas. Esta situação se deve ao fato de que, durante a implementação da GSCM, as empresas se deparam com diversos desafios e problemas para conseguir, efetivamente, atingir o resultado almejado (BARVE et al., 2013). Barreiras podem ser definidas de maneira geral, como aqueles fatores que impedem e interferem na adoção eficaz de práticas ambientais nas organizações e em suas respectivas cadeias de suprimentos (PERRON, 2005). Alguns destes obstáculos podem ser observados e prevenidos de maneira mais eficaz durante o estágio inicial da implantação da GSCM, desde que as empresas se mostrem preparadas para erradicar estas barreiras, reconhecendo que nem sempre é possível remove-las de forma simultânea (GOVINDAN; KALIYAN; KANNAN, 2013).

Em vista disso, é de grande relevância identificar as barreiras encontradas durante a implantação de forma a remover estes problemas (SARKIS; ZHU, 2008) e para realizar a manutenção de práticas sustentáveis por toda a cadeia de suprimentos. A implementação efetiva na indústria desempenha um importante papel no quesito vantagem competitiva, tanto em ganhar quanto em mantê-la. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi de realizar uma análise das barreiras e desafios com que as organizações de diversos segmentos da indústria mundial se deparam ao optar pela implementação de práticas ambientais relacionadas à GSCM.

2 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa utilizada neste estudo foi a teórico-conceitual, sendo a parte teórica realizada por meio de pesquisa bibliográfica. Para a condução do estudo bibliográfico, foram consultadas diversas publicações que abordam o tema *Green Supply Chain Management*. A finalidade deste levantamento bibliográfico é permitir maior conhecimento ao pesquisador acerca das diversas barreiras encontradas pelas organizações de múltiplos segmentos da indústria mundial, cada qual com seu desafio, e, ainda, conhecer quais práticas que estão sendo adotadas pelas empresas para solucionar estes problemas.

A pesquisa foi conduzida no período de 01/02/2015 a 05/02/2015, e os artigos foram selecionados por meio da base de dados do *website* Engineering Village, utilizando-se da combinação do termo “*Green Supply Chain Management*” com as palavras “*maintenance*”, “*implemente*”, “*barriers*” e “*challenges*”, encontrando aproximadamente 722 artigos, dentre os quais foram selecionados 61. Estas publicações foram escolhidas por melhor corresponderem aos objetivos da pesquisa, ou seja, os artigos selecionados abordam de maneira adequada e conveniente as barreiras e os desafios encontrados pelas organizações para a implementação da GSCM.

A partir da seleção dos artigos, foi realizada a análise das publicações com ênfase nos estudos de caso. Portanto, após a realização da leitura, foi elaborada

uma lista, com o objetivo de organizar a coleta e facilitar a análise dos dados, extraíndo os principais motivadores que levaram as organizações a implementarem práticas da GSCM, as principais barreiras e os desafios encontrados ao longo do período de implantação e manutenção, como também as práticas adotadas para solucioná-los. Por meio da utilização dos dados extraídos dos artigos, foi possível enumerar a frequência com que as barreiras se apresentam e posteriormente, realizar uma análise gráfica, demonstrando quais são as barreiras mais comuns encontradas pelas organizações durante diversos estágios da implantação de práticas sustentáveis em toda a cadeia de suprimentos e posteriormente, sugestões para solucioná-las ou minimizá-las.

3 RESULTADOS

Após análise minuciosa de publicações selecionadas, pôde-se listar ao todo 29 barreiras. Aquelas analisadas e discutidas neste estudo possibilitam uma visão das principais barreiras encontradas no processo de implantação e manutenção da GSCM. No decorrer da análise, observou-se a repetição das mesmas barreiras em vários artigos científicos, o que tornou possível a sistematização de dados e a construção de um gráfico. Este, por sua vez, tem o intuito de facilitar a visualização e, por conseguinte, a compreensão dos dados obtidos por meio da revisão da literatura, como se pode verificar na Figura 1.

Como apresentado na Figura 1, é possível observar quais barreiras foram relatadas na literatura com maior frequência. Neste contexto, foram escolhidas para análise as barreiras que se repetiam em mais de nove artigos, por considerá-las com maior relevância em função de suas recorrências. São elas: legislação, custos, questões relacionadas a clientes e consumidores, questões relacionadas a fornecedores, capacidade produtiva e estratégia adotada pela organização. Cada barreira é detalhada a seguir.

A barreira **legislação** foi a que se apresentou com maior frequência dentre os estudos de caso observados. Como a capacidade de estabelecer regulamentos ambientais para a indústria está centrada no governo, pode-se afirmar que este pode incentivar ou não a indústria como um todo a adotar práticas ambientais (SCUPOLA, 2003). A maior parte das empresas, principalmente as microempresas, encaram a questão ambiental como um custo, isto é, um fator que influencia diretamente na lucratividade da empresa (PETTS et al., 1999). Outro aspecto relatado pelas empresas é a necessidade de uma alta demanda de produtos considerados “verdes”, o que consequentemente pode aumentar o custo final de venda. As constantes mudanças na legislação ambiental são um tópico recorrente, pois há dificuldade em interpretar e manter conformidade com as leis ambientais (BAYLIS, CONNELL, FLYNN, 1998), bem como falta de incentivo do governo,

que comumente recomenda práticas obsoletas e, diversas vezes, ineficazes (AL KHIDIR; ZAILANI, 2009). Também se devem evidenciar taxas, tempo utilizado para que a empresa esteja sempre em conformidade com as normas e altos impostos (LUTHRA et al., 2011). Assim sendo, a legislação se apresenta como uma barreira pois influencia diretamente na competitividade e na lucratividade de uma organização e, conseqüentemente, em toda a cadeia de suprimentos.

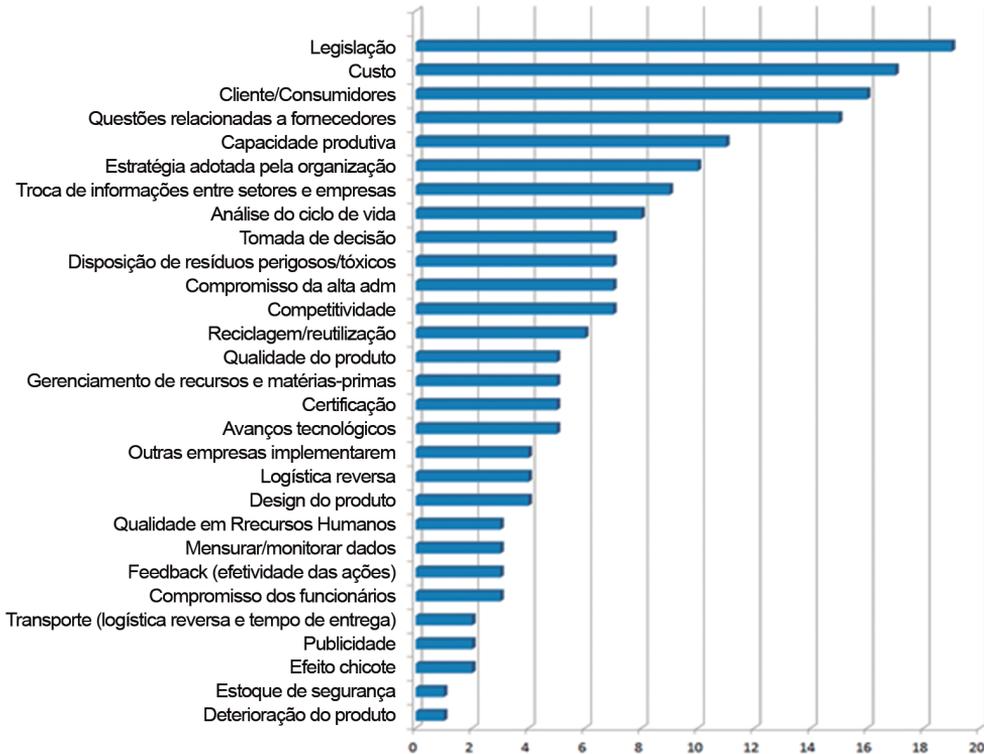


Figura 1. Análise da frequência com que as barreiras listadas foram relatadas nos casos analisados. O gráfico foi estruturado para mostrar na ordem decrescente a repetição das barreiras por número de artigos.

De um modo geral, o custo é também uma barreira crucial para o desenvolvimento de práticas ambientais nas empresas. É possível observar que todas as outras barreiras estão relacionadas com o custo. As organizações de todo o mundo utilizam este fator como uma maneira de mensurar sua performance de forma que o custo na GSCM seja um aspecto de grande pressão se comparado à cadeia de suprimentos tradicional (LUTHRA et al., 2011). Estas empresas que planejam e implementam, ou mesmo aquelas que estão buscando implementar, a GSCM devem, simultaneamente, conseguir a redução de custos e dos impactos ambientais inerentes às atividades industriais, bem como aumentar o lucro e a eficiência da

cadeia de suprimentos e, ainda, o *market share* (VAN HOEK, 2000). Conforme mencionado, as alterações a serem realizadas para que a cadeia de suprimentos se adeque aos objetivos sustentáveis podem impactar nos custos de produção e, conseqüentemente, no preço final deste produto. Em outras palavras, o custo de tornar o produto ambientalmente “correto” será repassado para o cliente em virtude das alterações realizadas na produção. O investimento inicial a ser feito é excessivamente alto, o que faz com que as companhias se considerem menos competitivas em relação às concorrentes que não adotam práticas ambientais em curto prazo. Ademais, é relatado na literatura que, a longo prazo, a implantação de práticas de GSCM se demonstram economicamente atrativas.

As **questões relacionadas aos clientes/consumidores** apresentam-se como a terceira barreira de maior ocorrência. É necessário ressaltar que o consumidor é a base e a essência de qualquer mercado, assim, as corporações buscam de todas as formas atender às suas necessidades e satisfazê-los de qualquer maneira. Apesar da consciência ambiental por parte da sociedade apresentar um crescimento considerável nas últimas décadas, o maior obstáculo para as empresas se tratando dos clientes é o fato de não haver uma grande demanda por produtos “verdes” (MUDULI, 2014). O número de consumidores conscientes ainda não é suficientemente significativo, pois diversas vezes o consumidor tem uma compreensão equivocada por não ter conhecimento do termo, considerando se tratar de opção de cor da empresa ou até mesmo com foco em vegetarianos (WANG et al., 2013). Assim, este fator se apresenta também como uma forte barreira, pois o custo em tornar um produto “verde” é alto, resultando na alteração de preço destes produtos, que se torna mais elevado do que o da concorrência. Por não haver a demanda necessária que opte em consumir este produto, por conta do preço elevado em relação ao produto tradicional, as empresas perdem para a concorrência. A falta de publicidade e parcerias entre as organizações e os clientes também são fatores que contribuem para que os consumidores se tornem uma barreira (JABBOUR et al., 2014).

Para o efetivo funcionamento de uma cadeia de suprimentos, cada empresa deve ser responsável pelo desempenho tanto social quanto ambiental de seus fornecedores (SEURING; MULLER, 2008). Portanto, as **questões relacionadas aos fornecedores** assumem grande relevância para que se incentive a adoção de práticas “verdes” em todos os níveis de uma cadeia de suprimentos em decorrência do planejamento ambiental a ser feito, firmando-se uma parceira a longo prazo para compartilhar o conhecimento com os outros componentes da cadeia com objetivo final de obter um desempenho financeiro positivo de suas práticas (VACHON; KLASSEN, 2007). Portanto, visa-se facilitar a coordenação das atividades, como também mudar os processos de maneira a ganhar em competitividade e satisfazer os clientes. As questões relacionadas aos fornecedores apresentam-se como uma

barreira na indústria, pois grande parte deles se recusa a formar uma parceria com o intuito de aderir às iniciativas ambientais, que geralmente são propostas pelas empresas focais. Também há os casos em que os fornecedores concordam com as práticas, no entanto, deixam de implementá-las de fato. Outro relato é de casos relativos à tecnologia em que, mesmo em uma cadeia de suprimentos tradicional, o próprio fornecedor tem receio de passar informações para as outras empresas da cadeia, o que dificulta a relação da parceria (GOVINDAN et al., 2014 apud. CALLEJA et al., 2004), bem como a manutenção dos fornecedores “verdes” realizando medições e monitoramentos (GOVINDAN; KALIYAN; KANNAN, 2014). Essa relutância em aderir às práticas da GSCM, mais uma vez, surge em função do custo, do tempo e da disposição para alterar o processo e o produto.

As organizações que se dispõem a serem pioneiras na inovação de produto e processo têm a oportunidade de reforçar sua liderança no mercado, isto é, investimentos que podem levá-las à frente da concorrência em virtude da iniciativa, da qualidade e da imagem pública (VACHON; KLASSEN, 2007). Contudo, o investimento financeiro para novas tecnologias, disposição de tempo para adequação, treinamentos e a habilidade de atrair profissionais que possuem capacidade e conhecimento (O’CONNOR; TURNHAM, 1991) tornam a **capacidade produtiva** uma barreira complexa a ser solucionada. Ressaltando o objetivo principal das organizações como o lucro, pode-se destacar os obstáculos relacionados ao pouco investimento financeiro para equipamentos e outras aplicações tornam a capacidade produtiva das organizações muito restrita, além de reduzir o *lead time* (KANNAN et al., 2013). Também, os poucos níveis de economia de escala disponíveis para a produção relativos aos produtos “verdes” acarretam um aumento do preço, o que reduz o *output* por unidade, além de aumentar o desperdício de recursos (DAS, 2009). Portanto a capacidade produtiva restringe a produção, reduz a flexibilidade e, conseqüentemente, não atinge seu objetivo primordial: a satisfação dos clientes.

A consciência ambiental dos clientes, como já afirmado, vem aumentando gradativamente, fazendo com que as organizações que implementam práticas da GSCM tenham uma melhor imagem no mercado. Aos poucos, nota-se que as empresas reconhecem a gestão ambiental como uma estratégia-chave para um bom desempenho organizacional (BARVE et al., 2013). O **planejamento estratégico** fornece um modelo que facilita a tomada de decisões do gestor, além de auxiliar na avaliação da performance organizacional e destacar os erros ou riscos mais significantes para implementação que possam surgir (MUDGAL et al., 2010). Em outras palavras, o desempenho mensurado indica se a companhia deveria continuar ou não a estratégia adotada, fazer ajustes ou mudá-la completamente (BOND, 1999). Diversas organizações que optam pelas práticas ambientais em sua cadeia de suprimentos fazem seu planejamento estratégico com a abordagem

errada, podendo-se destacar a tomada de decisão em relação ao grau de mudanças a serem realizadas. Aspectos como pouco investimento na motivação, compreensão e capacitação do corpo de funcionários (OLUGU et al., 2010), falta de comprometimento da alta gerência, que ignora os objetivos e as ações ambientais, e reavaliação das práticas antes da implementação de fato contribuem para que uma estratégia seja malsucedida (BARVE et al., 2013). Portanto, a abordagem errônea utilizada pela organização perante o mercado pode acarretar severos prejuízos para a empresa, tornando-se assim uma barreira na implantação da GSCM.

Além das barreiras analisadas anteriormente, podem-se destacar também outras barreiras de grande relevância. Dentre elas a **certificação ambiental**, que se apresenta como uma barreira pela dificuldade em manter conformidade com as normas, além de seus custos. Também se pode ressaltar a barreira **feedback das ações ambientais implementadas**, em que algumas vezes se torna complexo notar o diferencial obtido por meio da implementação de maneira nítida, desestimulando a adoção da GSCM. O **compromisso da alta administração**, que está relacionado diretamente com a barreira anterior, na qual a alta administração não toma medidas para solução das barreiras ou não observa os benefícios das práticas ambientais, reduzindo ou eliminando os investimentos para a manutenção das práticas ambientais. **Outras empresas implementarem** também é uma barreira comumente relatada, de forma que as organizações não consideram justo competirem com as empresas de produtos tradicionais, que aperfeiçoaram seu modelo de produção, além de não terem gastos com investimentos e manutenção de produtos “verdes”. A **tomada de decisão** é outra barreira de grande impacto na organização, de forma que o gestor não consegue tomar uma decisão eficaz, acarretando em outros problemas e visíveis prejuízos.

Quanto ao **design do produto**, pode-se evidenciar a falta de flexibilidade das empresas em realizar alterações para se adequarem às práticas ambientais e facilitarem a logística reversa. A barreira **avanços tecnológicos** está diretamente relacionada com a **capacidade produtiva**, em que a grande dificuldade está no acompanhamento das inovações em maquinários e equipamentos pelo custo do investimento inicial a ser realizado. A barreira **qualidade do produto** se destaca pela dificuldade em manter um padrão de qualidade em toda a cadeia de suprimentos, principalmente pelas mudanças a serem efetuadas para obter conformidade ambiental. A **disposição de resíduos tóxicos ou perigosos** expõe a dificuldade em alterar a produção para se adequar a uma nova matéria-prima, o que pode elevar o preço do produto final ou mesmo acarretar defeitos.

O **estoque de segurança** é uma barreira também pelo custo, isto é, o custo de manter um estoque de segurança já é alto e, como é comum a mudança no produto para obter economias de escala, acarretam-se custos de obsolescência. A **reutilização/reciclagem** se apresenta como uma barreira por grande parte das

empresas focais terem dificuldade em confiar informações e revenda ao provedor logístico por receio de que este último revenda o produto com defeitos ou erros, fazendo com que a empresa perca clientes por conta dos erros do provedor.

Ressalta-se que podem existir outras barreiras relacionadas à implantação e à manutenção da GSCM, além das relatadas anteriormente. Contudo, este estudo se restringiu à análise das barreiras encontradas nos 61 casos, acreditando-se que estas sejam as principais.

4 CONCLUSÃO

O objetivo do estudo foi realizar uma análise das barreiras e dos desafios com que as organizações de diversos segmentos da indústria mundial deparam ao optar pela implementação de práticas ambientais relacionadas à GSCM. A partir da realização do estudo, pode-se observar que, em função da complexidade das práticas da GSCM, implementar este conceito torna-se uma tarefa árdua para as organizações e seus respectivos gestores. Ao optar pela adoção destas mesmas práticas, verifica-se o surgimento de diversas barreiras, isto é, obstáculos que impossibilitam um funcionamento eficaz da GSCM. Estes desafios se apresentam frequentemente nos estágios iniciais da implantação na cadeia de suprimentos; contudo, observa-se também que podem surgir posteriormente, na manutenção destes conceitos. Assim, essas barreiras fazem com que as organizações não tenham uma boa visão do potencial competitivo que optar por aderir à GSCM pode acarretar. As empresas estão sendo cada vez mais pressionadas, tanto pelo governo quanto pela sociedade, para implementar práticas sustentáveis por todo o seu processo produtivo. Assim, observa-se a importância de estudos relacionados à remoção ou à minimização dos efeitos negativos ocasionados por estas barreiras intrínsecas à implementação da GSCM, para que as empresas insistam nestas medidas e para encorajar outras empresas a adotarem-nas também.

A barreira que se apresentou com mais frequência, portanto a de maior relevância, é a legislação. Faz-se necessária a proposição de alterações nas legislações e na forma como são aplicadas. É relatado por grande parte das organizações que as legislações ambientais são consideradas fracas e voláteis. As empresas que realmente se empenham em implantar práticas sustentáveis vão muito além do estabelecido, o que pode fazer com que o preço do produto aumente de forma significativa e, portanto, perca em competitividade. Destaca-se a importância de o governo oferecer benefícios para aquelas organizações que decidam implantar práticas sustentáveis, propondo vantagens para que estas empresas se tornem mais competitivas, com ações como a isenção de impostos de forma que o valor a ser arrecadado seja diluído nos custos, e, conseqüentemente, incentivando outras organizações a adotarem-nas também. Outro fator-chave seria estabelecer leis

ambientais “padronizadas” e com poucas alterações, de forma que as empresas que exportam produtos consigam se manter em conformidade com as exigências de outros países.

Diversas vezes, é observado que o próprio consumidor não possui consciência sobre o que é um produto “verde” ou o que significam aquelas certificações e, pela diferença de preço, optam pelo produto tradicional da concorrência. Neste contexto, é de imensa importância o desenvolvimento de campanhas publicitárias com o objetivo de difundir o conceito “verde” entre toda a população, tanto por ações governamentais quanto das próprias companhias. Portanto, é necessário um trabalho de conscientização com o cliente sobre a diferença do tradicional e a importância de existir uma demanda para este tipo de alternativa, de forma que deixem de considerar apenas o preço e visem a preservação de recursos naturais. Consequentemente, isso desencadeará uma melhora na competitividade da organização, criando assim a “demanda verde” necessária para a continuação das atividades da organização, assim como estímulo para outras empresas também aderirem a estas práticas.

A necessidade de trabalhar em conjunto almejando o mesmo objetivo, seja eficiência operacional ou redução de desperdícios, buscando criar uma parceria de longo prazo, deve ser a premissa para as empresas focais e seus fornecedores, pois, apesar das várias vantagens, os fornecedores não estão dispostos a mudar a produção em decorrência dos quesitos ambientais. A primeira etapa a ser determinada é a alta qualidade em toda a cadeia de suprimentos. Da mesma forma, estabelecer uma relação de confiança, compartilhar as informações necessárias ao fornecedor para reduzir e eliminar os impactos ambientais, além de investimentos em capacitação e conscientização de funcionários e gestores são medidas que promovem um funcionamento dinâmico dos componentes da cadeia.

A capacidade produtiva está diretamente associada ao desenvolvimento tecnológico. A empresa que escolhe não efetuar os investimentos necessários em novas tecnologias e, assim, aumentar sua economia de escala limita sua capacidade produtiva drasticamente. Reduzir a capacidade produtiva implica na redução do *lead time* do produto e permite que a concorrência se sobressaia. Portanto, as organizações devem buscar lucratividade a longo prazo e promover a imagem organizacional por meio da inovação tecnológica. Investimentos que mudem o maquinário, reduzam o desperdício, aumentando a flexibilidade e provando que as empresas que investem em sustentabilidade estão aptas a permanecer no mercado.

O planejamento estratégico, por sua vez, deve ser realizado com cautela. É necessário realizar um estudo minucioso e uma simulação do impacto recorrente à sua implantação. Uma estratégia bem definida e estruturada pode destacar aspectos negativos e erros na implementação efetiva da GSCM, bem como facilitar a decisão do gestor nos quesitos ambientais. Destaca-se também a obtenção do total apoio

da alta administração para que a estratégia projetada seja bem-sucedida e para que haja investimentos futuros para a sua continuação. É importante ressaltar que a estratégia organizacional deve abranger os funcionários da empresa, que são parte vital para que a estratégia seja eficiente e apresente os resultados esperados.

Dessa maneira, observa-se que a tomada de decisão pela solução ou minimização se torna uma reação em cadeia. Portanto, é possível observar que as possíveis soluções estão interligadas e ao adotar uma medida para solucionar um determinado obstáculo, simultaneamente soluciona-se outro. Em consequência, as organizações devem superar os desafios impostos para a manutenção de práticas da GSCM, desde que sejam competitivas e sustentáveis.

Ressalta-se que a presente pesquisa foi estritamente literária, portanto, para estudos futuros, é sugerida a realização de estudos de caso, abordando vários segmentos industriais, com o objetivo de observar a implementação das propostas estabelecidas nesta análise, verificando na prática a validade e o impacto das sugestões na cadeia de suprimentos. Pode-se perceber também que duas barreiras se destacaram, a legislação e o custo, e, futuramente, trabalhos podem ser desenvolvidos com ênfase no impacto desses fatores em uma cadeia de suprimentos real.

REFERÊNCIAS

- AL KHIDIR, T.; ZAILANI, S. Going green in supply chain towards environmental sustainability. *Global Journal of Environmental Research*, v. 3, n. 3, p. 246-251, 2009.
- BARVE, A.; MUDULI, K. Modelling the challenges of green supply chain management practices in Indian mining industries. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 24, p. 1102-1122, 2013.
- BAYLIS, R.; CONNELL, L.; FLYNN, A. Company size, environmental regulation and ecological modernization: further analysis at the level of the firm. *Business Strategy and the Environment Bus. Strat. Env.*, v. 7, p. 285-296, 1998.
- BOND, T. The role of performance measurement in continuous improvement. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 19, n. 12, p. 1318-1334, 1999.
- CALLEJA, I.; DELGADO, L.; EDER, P.; KROLL, A.; LINDBLOM, J.; WUNNIK, C. V.; WOLF, O., GOUARDERES, F.; LANGENDORFF, J. Promoting environmental technologies: sectoral analyses, barriers and measures. *IPTS Report EUR 21002EN*. Institute for Prospective Technological Studies, Sevilha, 2004.
- DAS, A. Does firm ownership differentiate environmental compliance: Evidence from Indian chromite mining industry. Center for Development Studies, Thiruvananthapuram, India, ago. 2009.
- GILBERT, S. Greening Supply Chain: **Enhancing competitiveness through green productivity**. Top Forum on Enhancing Competitiveness through Green Productivity, 2000.

- GOVINDAN, K.; KALIYAN, M.; KANNAN, D. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. **International Journal Production Economics**, v. 147, p. 555-568, 2014.
- JABBOUR, A. B.; JABBOUR, C.; GOVINDAN, K.; KANNAN, D.; ARANTAES, A. F. Mixed methodology to analyze the relationship between maturity of environmental management and the adoption of green supply chain management in Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 92, p.255-267, 2014.
- HALL, J. Environmental supply chain dynamics. **Journal of Cleaner Production**, v. 8, n. 6, p. 455-471, 2000.
- HSU, C. W.; HU, A. H. Green Supply Chain Management in the electronic industry. **International Journal of Science and Technology**, v. 5, n.2, p. 205-216, 2008.
- KANNAN, D.; JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C. Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. **European Journal of Operational Research**, v. 233, p.432-447, 2013.
- LUTHRA S.; KUMAR V.; KUMAR S.; HALEEM A. Barriers to implement green supply chain management in automobile industry using interpretive structural modeling technique – An Indian perspective. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 4, n. 2, 2011.
- MUDGAL, R. K.; SHANKAR, R.; TALIB, P.; RAJ, T. Modeling the barriers of green supply chain practices: an Indian perspective. **Int. Journal of Logistics Systems and Management**, v. 7, n. 1, p. 81-107, 2010.
- NUNES, B. T. S.; MARQUES, S.; RAMOS, R. E. B. **A theoretical approach for Green Supply Chain**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.
- O'CONNOR, D.; TURNHAM, D. Environmental management in developing countries: an overview. **Development and International Co-operation**, v. 3, n.13, p.75-100, 1991.
- OLUGU, E. U.; WONG, K. Y.; SHAHAROUN, A. M. Development of key performance measures for the automobile green supply chain. **Resources Conservation and Recycling**, v. 55, p. 567-579, 2010.
- PERRON, G. M. **Barriers to environmental performance improvements in Canadian SMEs**. Dalhousie University, Canada, 2005
- PETTS, J.; HERD, A.; GERRARD, S.; HORNE, C. The climate and culture of environmental compliance within SMEs. **Business Strategy and the Environment**, v. 8, n.1, p. 14-30, 1999.
- SARKIS, J. A boundaries and flows perspective of Green Supply Chain Management. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 2, p. 202-216, 2011.
- SARKIS, J.; ZHU Q. An inter-sectoral comparison of green supply chain management in China: Drivers and practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 472-486, 2005.
- SARKIS, J.; ZHU Q.; LAI, K. H. Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices of implementation. **International Journal of Production Economics**, v. 111, n. 2, p. 261-273, 2008.

- SEURING, S.; MULLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, p. 1699-1710, 2001.
- SCUPOLA, A. The adoption of internet commerce by SMEs in the South of Italy: an environmental, technological and organizational perspective. **Journal of Global Information Technology Management**, v. 6, n. 1, p. 52-71, 2003.
- SHRIVASTAVA, P. **Greening business: profiting the corporation and the environment**. Cincinnati: Thompson Executive Press, 1995.
- VACHON, S.; KLASSEN, R. Green project partnership in the supply chain: the case of the package printing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 661-671, 2005.
- _____. Supply Chain Management and environmental technologies: the role of integration. **International Journal of Production Research**, v. 45, p.401-423, 2007.
- VAN HOEK, R. From reversed logistics to green supply chains. **Logistic Solutions**, v. 4, p. 129-135, 2000.
- ZHU, Q.; SARKIS, J. Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. **Journal of Operations Management**, v. 22, p. 265-289, 2004.
- ZHU, Q.; SARKIS, J.; GENG, Y. Green supply chain management in China: pressures, practices and performance. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 25, n. 5, p. 449-68, 2006.
- WANG, Y. F.; CHEN, S. P.; LEE, Y. C.; TSAI, C. T. Developing green management standards for restaurants: An application of green supply chain management. **International Journal of Hospitality Management**, v.34, p. 263-273, 2013.

5

CAPÍTULO

DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO DE PESQUISA QUANTO À COORDENAÇÃO DAS PRÁTICAS DE *GREEN* *SUPPLY CHAIN*

Raquel Machado Ferreira¹

Laura Guimarães Caixeta¹

Maico Roris Severino¹

Agradecimentos: Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelas bolsas de Iniciação Científica.

¹ Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil. E-mail de contato: ufg.raquel@gmail.com

Resumo: A crescente influência da questão ambiental na sociedade em geral e a preocupação com os recursos naturais levaram as organizações a incorporarem políticas de sustentabilidade em suas decisões estratégicas. Quanto à cadeia de suprimentos, a *Green Supply Chain Management* (GSCM) surge como novo enfoque à responsabilidade das empresas com o meio ambiente devido ao fato das atividades ao longo da cadeia de suprimentos ocasionarem sérios impactos à natureza. Dessa forma, esse artigo objetivou desenvolver um instrumento de análise de como se dá a coordenação das práticas de GSCM nas cadeias de suprimentos que as vêm implantando. Assim, realizou-se uma revisão bibliográfica das práticas de GSCM, como também se analisou as características sobre a coordenação da cadeia de suprimentos. Além disso, foi construído um material para a realização de uma pesquisa exploratória em campo. Os resultados apresentados nesse artigo indicam a importância de uma sistematização das práticas na determinação da coordenação da cadeia de suprimentos sustentável como também a importância da elaboração de um instrumento de avaliação para compreender melhor o fluxo de produção utilizado pela empresa a ser analisada. Dessa forma, espera-se que esse trabalho possa auxiliar futuras pesquisas em que o enfoque seja o estudo em casos reais.

Palavras-chave: *Green Supply Chain Management* (GSCM). Instrumento de pesquisa. Práticas de GSCM.

Abstract: The growing influence of environmental issues at the society and the concern for natural resources has made the organizations to incorporate sustainability politics in their strategic decisions. About the supply chain, the Green Supply Chain Management (GSCM) arises as a new approach to corporate responsibilities to the environment due to the fact of activities along the supply chain occasioning serious impacts on the environment. Thus, the aim of this paper was to develop an analytical tool that analyses the practices that have been implemented for GSCM coordination. Thus, we carried out a literature review of GSCM practices, as well as analyzed the features on the supply chain coordination. Besides, a material to conduct an exploratory research on a company was built. The results presented in this paper indicate the importance of systematizing practices in determining the coordination of sustainable supply chain as well as the importance of developing an assessment tool to better understand the production flow used by the company to be analyzed. Thus, it is expected that this paper may assist future researches in the study focus is in actual cases.

Keywords: Green Supply Chain Management. Instrument of research. Green Supply Chain practices.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios enfrentados pela humanidade é o esgotamento dos recursos naturais. Nesse sentido, há uma crescente influência da questão ambiental na sociedade em geral e nas organizações. Segundo Andrade (2010), esse desafio enfrentado pela humanidade aliado à necessidade de uma maior responsabilidade social tem levado organizações a incorporarem políticas de sustentabilidade. Dessa forma, com o propósito de contribuir para o desenvolvimento sustentável, a capacidade de produção mundial precisa ser mais eficiente na utilização dos recursos.

Nesse sentido, a *Green Supply Chain Management* (GSCM) surge como novo enfoque à responsabilidade das empresas com o meio ambiente. Essa proposta de GSCM visa a relação entre o gerenciamento da cadeia e o meio ambiente de forma que as preocupações ambientais e o desempenho empresarial sejam equilibrados. Srivastava (2007) define GSCM como a integração ambiental na cadeia de suprimentos, incluindo a concepção do produto, a procura e a seleção de material, os processos de fabricação, a entrega do produto final aos consumidores e a gestão do produto após o término do seu ciclo de vida, por meio do comprometimento de todos os envolvidos.

Desse modo, a GSCM vem se desenvolvendo em diversos países através da adoção de práticas ambientalmente corretas motivadas pela necessidade do descarte ecologicamente correto dos resíduos sólidos, da redução da poluição da água e do ar, do uso consciente dos recursos naturais, além de legislações ambientais. Segundo Sarkis, Zhu e Lai (2010), a mesma integração do fluxo de produção seria tratada dentro da interorganização praticada, incluindo a preocupação ambiental como ponto de partida.

A gestão da cadeia sustentável inclui a concepção do produto, a seleção de material, os processos de fabricação e a entrega do produto final, como também a gestão do produto após o término do seu ciclo de vida. Dentre as ferramentas da GSCM que auxiliam na implantação e no controle de toda a cadeia e que serão abordadas nesse artigo estão o *design* “verde”, as operações “verdes”, a remanufatura, a redução de resíduos, a logística reversa, entre outras. Através do uso dessas práticas, as organizações conseguem melhorias que impactam em toda a cadeia (ALVES; NASCIMENTO, 2013).

Assim, com o propósito de criar um pensamento estratégico coordenado de todas as etapas da cadeia, passando desde fornecedor, produtor, consumidor até logística reversa, a coordenação da cadeia de suprimentos “verde” se faz necessária. Dessa forma, a coordenação da GSCM busca otimizar os processos de informações, o transporte, a diminuição do custo, a produtividade, dentre outros fatores, levando em conta o aspecto sustentável. Entretanto, para alcançar o

comprometimento de toda a cadeia, é necessário, segundo Xue (2010), avaliar a satisfação dos clientes, a qualidade dos serviços, a receita e os custos da cadeia.

Logo, a GSCM se faz importante para estabelecer os novos comportamentos de competitividade entre as empresas, principalmente levando em conta o momento crítico em que o ecossistema se encontra. Para este novo comportamento, se faz necessário o conhecimento das especificidades das práticas que contribuem para a implantação do GSCM. Por isso é importante desenvolver um referencial de práticas de GSCM a partir de uma revisão bibliográfica, além de entender as motivações e dificuldades de implantação de uma GSCM. Embora a adoção das práticas de GSCM tenha se mostrado como grande oportunidade de agregar valor ao produto, minimizar os impactos no processo de produção, gerar inovações de produto e processo, a gestão sustentável da cadeia de suprimentos ainda é um tema pouco explorado no Brasil.

Dessa forma, pretende-se apresentar um referencial de práticas de GSCM realizado a partir de uma revisão bibliográfica, além de entender as motivações e as dificuldades de implantação de uma GSCM. Para isso, a elaboração de um questionário baseado no referencial das práticas de GSCM se faz necessária para a pesquisa exploratória com objetivo de entender quais são as práticas e como ocorre a coordenação da GSCM em casos reais. Destaca-se que não foram encontrados na literatura instrumentos que permitissem tal avaliação. Portanto, este trabalho teve por objetivo desenvolver um instrumento de análise de como se dá a coordenação das práticas de GSCM nas cadeias de suprimentos que as vêm implantando.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As abordagens metodológicas a serem utilizadas neste projeto são pesquisa bibliográfica e elaboração de questionário. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre gestão da cadeia de suprimentos. Juntamente a isso, fez-se um estudo revisional da literatura sobre GSCM segundo abordagens internacionais. Nesse sentido, acessou-se a plataforma Engineering Village e concentrou-se a pesquisa nos campos de busca através das palavras-chave “Coordination”, restringindo em título, e “Green Supply Chain Management” sem restrições. A pesquisa foi realizada em 05/10/2014. Encontrou-se um total de 20 artigos, sendo que 18 deles foram selecionados para enfoque do estudo, uma vez que se destacaram na abordagem das práticas de GSCM.

Além disso, realizou-se a classificação dos sistemas de coordenação da GSCM identificados na literatura, elaborando um modelo amplo de organização confor-

me características em comum. Os critérios de classificação, com base na literatura, permitem avaliar as condições da GSCM e seus sistemas de desempenho, que serão abordados no desenvolvimento da pesquisa. Depois de realizada a pesquisa bibliográfica e a construção de um referencial teórico das práticas de GSCM, elaborou-se um instrumento de pesquisa para a realização da análise exploratória de empresas *in loco*, para coleta de dados e informações por meio de entrevistas e aplicação de um questionário desenvolvido pelos autores, observações diretas e análise de documentos internos da empresa.

3 RESULTADOS

Após a realização da pesquisa por meio da metodologia proposta, obtiveram-se os resultados a seguir.

3.1 Revisão de literatura

Após a leitura dos 18 artigos selecionados (apresentados na Tabela 1), foram identificadas as práticas e analisadas suas definições e aplicações. Ou seja, não só os nomes dessas práticas foram levados em consideração, mas também em qual circunstância elas podem ser ou foram aplicadas, como também como se dá a coordenação destas práticas entre as empresas e as dificuldades de implementação que as empresas encontram em adotá-las.

Tabela 1. Relação de artigos com ano, autores e ferramentas

Autores	Práticas
Salam (2008)	Green Procurement
Lu, Li, Sundarakani, Cai, Souza, Goh (2008)	-
Xu, Jian, Zhenling, Jianghong, Yue (2008)	-
Seuring, Muller (2008)	-
Geng, Wang, Sun (2009)	Classificação e categorização da literatura sobre GSCM existente
Rui (2010)	Environmental management system (EMS)
Dan, Songzheng, Weiyang (2010)	Modelo de relacionamento entre colaboradores da cadeia de suprimento
Xiu-Qing (2010)	-

Autores	Práticas
	Green Design Green Procurement Green Manufacturing Green Packaging Green Marketing Green Consumption Green Recycling
Li, Lan (2010)	Nash Game
Chen, Hua, Fei (2010)	AHP-Fuzzy Method
Cao (2011)	Artificial Neural Network (ANN)
	Consultation Selection Method
Abdallah, Farhat, Diabat, Kennedy (2012)	Mixed Integer Programing
Zhang, Liu (2013)	Tier-2 SC
	ACV
	VSM
Dües, Tan, Lim (2013)	Efficiency of Resource
	Reduction of Lead Time
	Reduction of Replenishment Frequency
	Environmental Risk Sharing
Zhang, Wang, Ren (2014)	Pricing Strategy in Cooperative and Non-cooperative Game
Ramanathan, Bentley, Pang (2014)	-
Jonrinaldi, Zhang (2010)	Tier-3 SC
	Outsourcing in GSCM
CaiMing, Tijun, Hong, Weixia (2010)	Delay-in-payment

Depois de realizada a revisão de literatura, foi elaborado o referencial teórico sobre práticas de GSCM, como segunda etapa da metodologia. Os diversos artigos da revisão bibliográfica apresentaram práticas e técnicas de utilização próprias da GSCM. No entanto, percebeu-se a necessidade de organizá-las e defini-las de uma melhor forma. Nesse sentido, após determinar as características e abrangências de cada prática, os autores também definiram as técnicas que auxiliam na aplicação dessas práticas.

Por meio da seleção dos artigos, foram identificadas 8 práticas de GSCM e 8 técnicas de aplicação dessas práticas. As práticas são: Análise do Ciclo de

Vida, *Green Consumption*, *Green Design* (Ecodesign), *Green Manufacturing*, *Green Marketing*, *Green Packaging*, *Green Procurement* e *Green Recycling*. Já as técnicas de aplicação são: *Consultation Selection Method*, Cooperação com o Cliente, *Environmental Management System*, *Environmental Risk Sharing*, *Environmentally Conscious Design*, Gestão Ambiental Interna, *Outsourcing in Green Remanufacturing* e Recuperação do Investimento.

Das práticas apresentadas na Tabela 1, algumas, como a *AHP-Fuzzy Method* e a *Nash Game*, estão mais voltadas para a análise estatística e de pesquisa operacional. Tais métodos foram utilizados para a avaliação da viabilidade econômica de uma empresa ao adotar práticas de SCM com enfoque na sustentabilidade. Por isso, não são considerados práticas de GSCM. O detalhamento de cada prática é apresentado nas próximas subseções.

3.1.1 Análise do Ciclo de Vida

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) do produto é uma prática que procura entender profundamente todo o processo requerido para trazer o produto para o mercado, considerando o *design* do produto, seu uso e sua vida útil. É por meio da ACV que uma empresa reconhece o impacto no meio ambiente, como diz a técnica de aplicação *Environmental Management System* (EMS).

Essa prática engloba todas as outras sete práticas apresentadas na sequência e através dela pode-se compreender todo o mecanismo de coordenação necessário para a GSCM. A análise começa na extração da matéria-prima, passando pela fabricação, transporte e armazenamento, venda ao consumidor, uso, reuso, reciclagem e descarte. Todas essas etapas estão envolvidas com a sustentabilidade e apoiam a GSCM.

3.1.2 Green Consumption

O *Green Consumption* está diretamente ligado ao comportamento do consumidor, apresentando o conceito do “consumidor verde”. Esse consumidor é aquele que prefere pagar mais por produtos ecológicos, opta por embalagem reciclável e/ou retornável, evita comprar com invólucros não biodegradáveis, observa os selos “verdes”, entre outros comportamentos. No entanto, esse perfil de consumidor é uma tendência, não se verificando em todos os casos, principalmente no que diz respeito à disposição em pagar mais pelo produto sustentável.

O que se pode dizer sobre o consumidor real é que ele está sim cada vez mais consciente da importância de optar por produtos e serviços que apresentem algu-

ma certificação ambiental. Essa prática diz, então, sobre a GSCM ser estimulada pelo consumidor, ou seja, a empresa focal precisa estar apta a atender às exigências do mercado e, caso o mercado opte por sustentabilidade, a empresa precisa tornar-se sustentável.

Li e Lan (2010) caracterizaram então essa prática como compra de produtos ambientalmente corretos; resistência ao consumismo; diminuição do consumo de produtos que não são sustentáveis; diminuição da poluição ambiental no processo de consumo. Nesse sentido, a técnica de aplicação apropriada para essa prática relacionada ao comportamento do consumidor é a Cooperação com o Cliente, que prevê o intercâmbio de informações técnicas e operacionais a fim de planejar e definir metas ambientais juntamente com os clientes.

3.1.3 Green Design (Ecodesign)

O *Green Design*, Ecodesign ou *Design for Environment* (DfE) está voltado ao planejamento e ao projeto do produto. Essa prática diz sobre o controle de produtos e de linhas de produção para que, segundo Li e Lan (2010), desde seu início possam aderir à preservação do meio ambiente, ao reuso e ao reaproveitamento dos insumos, além de já pensar na logística reversa da produção e sair da linha de pensamento atual do tratamento após poluição, em vez do ideal prevenir, tratar e manter.

Em relação ao *Green Design*, há a técnica de aplicação dessa prática: *Environmentally Conscious Design* (ECD), a qual leva em consideração durante o desenvolvimento do design do produto os insumos de menor impacto ambiental. O objetivo é fazer um design que diminua as substâncias poluidoras.

Conforme mencionam Dües, Tan e Lim (2013), o *Green Design* é avaliado sobre o CVP. O objetivo dessa ferramenta é visar o design de produto para:

- Reduzir consumo de material e/ou energia;
- Promover o reuso, reciclagem ou recuperação de componentes;
- Evitar ou reduzir o uso de substâncias perigosas no processo de fabricação.

Na coordenação da GSCM, o *Green Design* está presente na relação entre fornecedor e empresa focal quanto ao fornecimento de insumos ecologicamente corretos e no reaproveitamento, reuso e reciclagem pela empresa focal do produto descartado pelo consumidor final.

3.1.4 Green Manufacturing

A prática de *Green Manufacturing* integra aos processos de produção, planejamento e controle o enfoque sustentável, como diz Joshi (2012). Para isso, o

primeiro passo é aplicar a técnica de Gestão Ambiental Interna, considerada o primeiro passo para a implementação e a adoção de outras práticas de GSCM. Nesse contexto, devem-se adotar programas internos de gestão ambiental com o comprometimento da alta e média administração e cooperação interfuncional, programas de auditoria interna e externa à empresa e adoção de sistema de gestão ambiental com base na ISO 14001.

Além disso, o autor ainda destaca a importância da prática para a eficiência dos recursos (eficiência) e para o gerenciamento do fluxo de resíduos do meio ambiente. Pode-se dizer que toda a GSCM tem como principal ponto de partida a *Green Manufacturing*, em que existem investimentos em processos tecnológicos capazes de maximizar a utilização de recursos e, ao mesmo tempo, reduzir consumo de energia e poluição, coordenando o tempo de produção. O *Green Manufacturing* pode ser visto em dois segmentos:

- A fabricação de produtos “verdes”, especialmente aqueles que utilizam sistemas de energia renovável e de equipamentos de tecnologia limpa de todos os tipos;
- ‘*Greening*’ *manufacturing*: redução da poluição de resíduos, minimizando o uso de recursos naturais; reciclagem e reutilização do que era considerado lixo; redução das emissões.

O *Green Manufacturing* é uma das bases para que a empresa focal consiga realizar uma gestão dos insumos com origem ecologicamente correta e reutilização e reciclagem do produto descartado. A gestão da manufatura, no entanto, pode ser terceirizada, principalmente no que tange à remanufatura, ou seja, a desmontagem dos componentes e o tratamento de ineficiências no produto. A técnica que trabalha o *Green Manufacturing* terceirizado é a *Outsourcing in Green Remanufacturing*.

3.1.5 Green Marketing

Uma empresa precisa dar uma atenção especial para o processo de venda de seus produtos e/ou serviços e, para uma organização com enfoque na produção sustentável, esse processo deve ser bem especificado. Assim, a prática de *Green Marketing* diz justamente sobre o processo de venda que objetiva atingir as especificidades sustentáveis dos consumidores. Fazem parte dessa prática:

- Pesquisa de mercado;
- Formulação de preços de vendas;
- Canais de marketing “verdes”.

A pesquisa de mercado indicará para a empresa as características ecológicas que o consumidor espera do produto e influenciará na formulação dos preços de

vendas. Os canais de “marketing verde” são os meios (promoção) e o local (praça) em que o produto será divulgado e distribuído.

Relacionada à coordenação da GSCM, o *Green Marketing* é responsável pela integração da cadeia de produção, uma vez que essa prática determina o tipo de produto “verde” a ser desenvolvido à montante, conforme as necessidades apresentadas pelos clientes. Na GSCM, o “marketing verde” é a ferramenta para que o consumidor colabore na logística reversa, por exemplo. Logo, essa prática em associação com todas as outras é importante para se estabelecer uma coordenação sustentável.

3.1.6 Green Packaging

A embalagem é um item diretamente ligado ao design do produto e de importância na cadeia de produção sustentável. A prática relacionada às embalagens é chamada de *Green Packaging* e é definida por Li e Lan (2010) como o uso de embalagens ecologicamente sustentáveis, que não degradam o meio ambiente. A embalagem sustentável contempla proporção ideal de embalagem *vs.* produto, otimizando o seu peso específico e proporcionando as condições ideais para o acondicionamento do material a ser comercializado.

Outro ponto em que a prática de *Green Packaging* se destaca é na apresentação dos selos “verdes” e de ilustrações educativas sobre o destino final correto da embalagem, procurando conscientizar o consumidor intermediário e/ou final. É justamente o comportamento do consumidor intermediário e/ou final o fator decisivo na coordenação da GSCM no que diz respeito ao reaproveitamento das embalagens na linha de produção, sendo possível o retorno ao fornecedor primário ou o reaproveitamento pela empresa focal.

3.1.7 Green Procurement

A *Green Procurement* – ou compra “verde”, segundo Salam (2008) – é uma importante decisão dentro da GSCM que diz sobre os custos em torno do produto durante o processo da cadeia de produção. Ou seja, desde a matéria-prima, a produção, o transporte, a armazenagem, o tratamento, o uso, até a eliminação do produto são levados em conta.

Essa prática envolve atividades de compra com fornecedores com o objetivo de reduzir o resíduo na fonte e o consumo de materiais virgens. Já na coordenação da GSCM essa prática é responsável por determinar a escolha em adquirir insumos ambientalmente corretos, ou seja, o *Green Procurement* é fator responsável pela relação com os fornecedores. Como técnica que permite a compra “verde”, a *Consultation Selection Method* auxilia as empresas que estão diante de muitos fornecedores com relativas vantagens sobre negociações na GSCM, permitindo

uma escolha baseada na qualidade, no tempo de entrega, nos serviços depois da entrega e na gestão ambiental.

Além disso, existe outra técnica que auxilia o *Green Procurement*: o relacionamento da empresa focal com o fornecedor, que é o *Environmental Risk Sharing*. Esta prática trata do relacionamento entre fornecedor e empresa, desenvolvendo em conjunto as responsabilidades da GSCM, não só assumindo o papel de produzir sustentavelmente, como também facilitando essa sustentabilidade em toda a cadeia.

Algumas vantagens advindas da compra “verde” para uma empresa estão relacionadas à diminuição dos gastos com eliminação de resíduos, tratamento e energia. Além disso, o “produto verde” requer menos recursos para produção e operação, uma vez que são geralmente projetados para uso de material reciclado, os quais possuem menos custos e reduzem o empacotamento.

3.1.8 Green Recycling

O *Green Recycling* é uma prática que precisa da cooperação do consumidor, tanto intermediário como o final, na seleção de resíduos para a coleta seletiva. Tal prática inclui, segundo Li e Lan (2010), vários níveis de reciclagem e parte do princípio de que a empresa deve não somente projetar a logística reversa, mas também tratar das deficiências tecnológicas da coleta seletiva nas comunidades.

O pensamento central, portanto, deve ser o máximo de reciclagem pelo menor custo. Nas análises de coordenação da GSCM, a prática de *Green Recycling* ocorre em conjunto com a coleta dos recicláveis para reaproveitamento na manufatura, pensando também na otimização da logística de distribuição com a coleta. Além disso, essa prática aborda a venda para terceiros do material de reciclagem recolhido, aplicando a técnica de Recuperação do Investimento. Por meio da Recuperação do Investimento há gerenciamento de estoque ao vender excesso de inventário, sucata, equipamentos e materiais usados.

3.2 Questionário

Em sequência, a metodologia traz a construção do material para a pesquisa exploratória como uma ferramenta de coleta de dados e informações. Com isso, os autores elaboraram um questionário para ser aplicado em estudos de casos, capaz de coletar informações para a análise da GSCM. O questionário elaborado foi dividido em três seções: identificação da empresa, identificação das práticas de GSCM e identificação da coordenação como mostrado no Anexo 1.

A seção de identificação das empresas conta com a caracterização do sistema de produção, *market share*, portfólio de produtos e o segmento de mercado da

empresa. Assim, conhecendo primeiramente a empresa, é possível entender melhor o processo de coordenação de sua cadeia de suprimentos.

A outra seção é sobre a identificação de quais práticas estão presentes na empresa e como essas práticas funcionam dentro do fluxo de produção. Essa seção subdividiu-se em perguntas sobre cada prática do referencial construído, permitindo uma análise mais profunda sobre a abrangência de cada prática. A última seção do questionário procurou identificar se existe uma coordenação entre a empresa focal, seus fornecedores e consumidores.

A seção de identificação das práticas conta com perguntas sobre o posicionamento interno da empresa. Foram elaboradas nessa seção 22 perguntas, por exemplo: auditoria interna e externa; adoção da norma ISO 14001; projeto e planejamento prévio de produtos e de linhas de produção que aderem à preservação do meio ambiente; reuso e/ou reaproveitamento dos insumos. Além disso, o questionário traz questões sobre o relacionamento do consumidor e da empresa, como o vínculo de propagandas e o processo de logística reversa. Desse modo, foram abordadas algumas perguntas com a finalidade de perceber através de algum mecanismo se os consumidores são conscientes, preferindo produtos de origem sustentável, se há ilustrações educativas nas embalagens sobre a preservação ambiental, entre outras. Algumas perguntas foram elaboradas para identificar se a empresa investia em processos tecnológicos visando maximizar a utilização dos recursos e ao mesmo tempo reduzir consumo de energia e poluição, como também se a empresa vende excesso de inventário, sucata, equipamentos e materiais usados ou se realiza algum nível de reciclagem em alguma etapa da produção. Além disso, são apresentadas perguntas sobre os custos e os gastos no processo de desenvolvimento da GSCM presentes nas últimas partes da seção das práticas.

Por fim, a última seção do questionário construído está relacionada à análise de como a coordenação da GSCM pode ocorrer em uma empresa. Nessa seção, a integração entre fornecedores, empresa focal e consumidores é compreendida e importante para o posicionamento das práticas na GSCM da empresa.

A análise da coordenação se dá em duas vertentes: a primeira, entre a empresa focal e os fornecedores; e a segunda, entre a empresa focal e os consumidores. Um dos principais fatores analisados pelo questionário, presente nas duas vertentes, está relacionado à distribuição, tanto de insumos quanto de produto final.

Também nessa seção, o questionário investiga sobre as características sustentáveis do fornecedor. Este fornecedor precisa compartilhar as práticas de GSCM para integrar a cadeia de produção sustentável. Do mesmo modo, há perguntas que abordam o comportamento sustentável do consumidor, tanto o final quanto o intermediário. O consumidor também precisa adotar práticas de GSCM para contribuir para a otimização da cadeia. Dessa forma, procura-se identificar, por

exemplo, se a empresa tem conhecimento da origem da matéria-prima e insumos que os fornecedores utilizam. Como também se os fornecedores são responsáveis pela distribuição e qual modal é utilizado, além de conhecer a frequência que ocorre a distribuição. Logo, pretende-se que, ao final do questionário, os pesquisadores consigam conceituar a GSCM da empresa pesquisada conforme as práticas e a coordenação qualitativamente identificadas.

A etapa seguinte apresentada pela literatura foi a seleção das empresas a serem estudadas para a realização da pesquisa *in loco*. O contato com algumas empresas já foi realizado, contudo o retorno por parte delas ainda não foi favorável para a visita ao local. Por isso, o estágio atual da pesquisa é justamente conseguir realizar a visita nas empresas para poder aplicar o referencial de práticas construído.

4 CONCLUSÃO

Através de uma pesquisa revisional na literatura sobre GSCM, construiu-se um referencial teórico de práticas e técnicas existentes na literatura. Dessa forma, identificou-se a importância de não só reunir as práticas já existentes na literatura, como também em aprofundar suas definições, abrangências e como tais práticas podem colaborar entre si. Sabe-se que compreender o que são as práticas de GSCM e como elas podem ser aplicadas é fator primordial para se determinar como a coordenação da cadeia de suprimentos sustentável pode acontecer.

Assim, através da construção do referencial teórico das práticas e técnicas existentes na literatura foi possível a elaboração de um instrumento de pesquisa para a análise exploratória *in loco*. O desenvolvimento de um questionário para aplicação na visita às empresas permite a determinação das práticas de GSCM. Nesse sentido, esse artigo detalhou o desenvolvimento desse importante instrumento, o qual permite a compreensão e análise de como ocorre a coordenação do fluxo de produção em uma empresa.

Portanto, este estudo contribui para academia com um referencial sobre práticas e suas técnicas de aplicação no contexto da GSCM e como elas se oferecem na coordenação da cadeia de suprimentos verde, uma vez que o número de publicações sobre o tema é pouco expressivo. Além disso, esse trabalho disponibiliza aos pesquisadores da área um instrumento de análise que permite a identificação dessas práticas e de como ocorre a coordenação delas em uma cadeia de suprimentos que as vem implantando. Assim, sugere-se como trabalhos futuros o uso deste ferramental em casos reais para validar a sua eficiência.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A., NASCIMENTO, L. Green supply chain management: protagonista ou coadjuvante no cenário brasileiro. **Anais do Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru, 2013.
- ANDRADE, M. C. F. **Green Supply Chain Management e sustentabilidade na agroindústria canavieira: o caso Jalles Machado S/A**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio Sinos, Porto Alegre, 2010.
- DÜES, C. M.; TAN, K. H.; LIM, M. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. **Journal of cleaner production**, v. 40, p. 93-100, 2013.
- JOSHI, A. **Green manufacturing**, 2012. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ashwinbj/green-manufacturing-12678894>>. Acesso em: 25 fev. 2015.
- LI, J.; LAN, J. Constructing Green Supply Chain based on the mode of circulation economy. In: **2010 IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**. p. 1292-1296, 2010.
- SALAM, M. A. An empirical investigation of the determinants of adoption of green procurement for successful green supply chain management. In: **4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology - ICMIT 2008**, p. 1038-1043, 2008.
- SARKIS, J.; ZHU, Q.; LAI, K. H. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p.1-15, 2011.
- SRIVASTAVA, S. K.; Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International Journal of Management Reviews**, v. 9, n. 1, 53-80, 2007.
- XUE, Y. Performance Evaluation of Green Supply Chain. In: **2nd International Conference on E-business and Information System Security**, p. 1-4, 2010.

ANEXO 1 – IMAGENS DO QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO SOBRE FERRAMENTAS DE GSCM

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Nome da Empresa: _____

Características da Empresa:

Segmento de mercado:

IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS

- Gestão Ambiental Interna:

1) Programas de auditoria interna e externa sobre a adoção de práticas de sustentabilidade?

SIM () NÃO

Se sim, quais programas?

Existe algum intervalo de realização?

2) Adoção de sistema de gestão com base na ISO 14001?

SIM () NÃO

Se sim, quais?

- Green Consumption:

Sobre o comportamento dos consumidores

1) Percebe-se através de algum mecanismo se seus consumidores são conscientes, se preferem produtos mais sustentáveis?

SIM () NÃO

Se sim, quais características esses consumidores querem que seus produtos possuam?

- Green Design (Ecodesign) e Environmentally Conscious Design (ECD):

1) Projeto e planejamento prévio de produtos e de linhas de produção que desde seu início aderem à preservação do meio ambiente?

SIM () NÃO

Se sim, qual tipo de planejamento é feito?

2) Reuso e/ou reaproveitamento dos insumos?

SIM NÃO

Se sim, quais insumos?

Qual (is) fornecedor (s)?

3) A empresa atua no mercado de carbono?

SIM NÃO

Se sim, participa na compra/venda?

- Green Manufacturing:

1) Investimento em processos tecnológicos que conseguem maximizar a utilização dos recursos e ao mesmo tempo reduzir consumo de energia e poluição?

SIM NÃO

Se sim, que tipo de investimentos são esses

- Green Marketing:

1) Desenvolve pesquisas de mercado pra saber a opinião dos consumidores quanto a produtos sustentáveis?

SIM NÃO

Se sim, qual frequência?

Qual o resultado dessa pesquisa

2) Desenvolvimento de produtos verdes?

SIM NÃO

Se sim, quais produtos?

3) Alguma propaganda que mencione a questão sustentável?

SIM NÃO

Se sim, qual o objetivo que a empresa teve em divulgar esse tipo de propaganda

- Green Packaging:

1) Uso de embalagens retornáveis/recicladas?

SIM NÃO

2) Há ilustrações educativas nas embalagens sobre a preservação ambiental?

SIM NÃO

Se sim, como são essas ilustrações.

3) Existe um sistema de coleta das embalagens da própria empresa?

SIM NÃO

Se sim, como acontece.

- Green Procurement:

SIM NÃO

Se sim, quais?

Traz que tipo de vantagens para a empresa?

E desvantagens?

- Green Recycling:

1) Logística Reversa?

SIM NÃO

Se sim, como é feita?

2) Há algum nível de reciclagem em qualquer etapa da produção?

SIM NÃO

Se sim, em que etapa?

Por que nessa etapa?

Como é feito?

- Análise do Ciclo de Vida (Life-Cycle Assessment):

1) Quais os custos que a empresa leva em consideração na hora da avaliação do ciclo de vida do produto?

- matéria prima produção transporte
 armazenagem tratamento uso e eliminação do
 produto

- Consultation Selection Method:

1) Há alguma avaliação de escolha sobre os fornecedores da SC, levando em consideração os recursos sustentáveis?

- SIM NÃO

Se sim, quais os fatores de avaliação levados em consideração?

- qualidade tempo de entrega serviços depois da entrega gestão ambiental.

- Environmental Management System (EMS):

1) Há alguma estratégia que define como a empresa impacta no meio ambiente?

- SIM NÃO

Se sim, como é essa estratégia?

IDENTIFICAÇÃO DA COORDENAÇÃO**Quanto aos fornecedores:**

1) Vocês tem conhecimento da origem da matéria prima e insumos que seus fornecedores utilizam? É origem sustentável?

- SIM NÃO

Se sim, quais as características dessa matéria prima e insumos?

2) Seus fornecedores utilizam o Green manufacturing?

- SIM NÃO

Se sim, como ocorre esse Green manufacturing?

Como as práticas de Green manufacturing do fornecedor influenciam na coordenação da cadeia?

- Environmental Risk Sharing:

1) O compromisso de responsabilidade ambiental é feita em conjunto com os fornecedores?

SIM NÃO

Se sim, como essa responsabilidade é dividida entre as empresas

- Recuperação do Investimento:

1) Vende-se excesso de inventário, sucata, equipamentos e materiais usados?

SIM NÃO

Se sim, porque a empresa faz isso.

- Redução da frequência de abastecimento e Reduzir o tempo de transporte:

1) Quanto a distribuição logística, há algum tipo de planejamento com o modal de transporte para diminuir a emissão de CO₂?

SIM NÃO

Se sim, qual o planejamento que se usa?

3) O seu fornecedor é responsável pela distribuição?

SIM NÃO

Se sim, qual o tipo de transporte utilizado?

Com que frequência ocorre a distribuição?

Qual produto?

Como se dá a coordenação desse produto?

Quanto à empresa focal:

1) Das práticas identificadas acima, como elas podem contribuir na coordenação?

2) Vocês que fazem a distribuição para o consumidor?

SIM NÃO

Se sim, qual o modal?

Frequência das entregas?

3) Há coleta dos materiais descartados?

SIM NÃO

Se sim, quais materiais?

Como ocorre essa coleta?

4) Há algum tipo de armazenagem (estoque de produto acabado) com o consumidor (varejo/atacado)?

SIM NÃO

Se sim, como se caracteriza esse estoque?

5) Algum mecanismo de parceria com o consumidor para coleta do produto descartado?

SIM NÃO

Se sim, como acontece esse mecanismo?

Quanto ao consumidor (1º)

1) O consumidor final colabora para a coleta dos recicláveis para o 1º consumidor?

SIM NÃO

Como isso ocorre?

2) Sobre a distribuição, quanto às entregas, qual o tipo de modal de entregas?

Sobre a GSCM:

Produto escolhido:

Fornecedores para o produto:

Clientes do produto:

Descrição da cadeia de produção:

6

CAPÍTULO

FERRAMENTAL DE DIAGNÓSTICO DE PRÁTICAS EM *GREEN SUPPLY CHAIN* MANAGEMENT

Éverton Fleury Victorino Valle¹

Maico Roris Severino¹

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC).

Resumo: Nos últimos anos, os consumidores estão em busca de produtos ambientalmente corretos. Neste sentido, as grandes empresas, que sempre tinham olhos voltados à lucratividade, agora correm atrás de um equilíbrio econômico

¹ Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil. E-mail de contato: valleeverton@gmail.com, maicororis@gmail.com

social, cultural, ambiental e espacial. No entanto, no Brasil este comportamento ainda é tímido. Dentre as diversas práticas ambientais adotadas pelas organizações, este estudo foca-se na *Green Supply Chain Management* (GSCM). O objetivo do trabalho é elaborar um ferramental de diagnóstico de práticas em GSCM. Para isso foi realizada uma revisão bibliográfica aprofundada sobre pesquisas *survey* sobre o tema GSCM. Como resultados obteve-se um ferramental que permite diagnosticar com eficiência o uso de práticas de GSCM por cadeias de suprimentos. A principal contribuição deste trabalho é a disponibilização para a academia de um instrumento de pesquisa eficiente para pesquisadores da área.

Palavras-chave: Green Supply Chain Management. Survey. Práticas.

Abstract: In the last years, consumers are looking for environmentally friendly products. In this direction, large companies, who always had eyes on profitability now searching a social balance economic, cultural, environmental and spatial. However, in Brazil this behavior is still shy. Among the various environmental practices adopted by companies, this study focuses on Green Supply Chain Management (GSCM). The objective is to create a diagnostic tooling of GSCM. So we used the survey research methodology, where a questionnaire is replicated several times. As a result, we have a solid literature review about survey research methodologies, and a diagnostic tooling of GSCM.

Keywords: *Green Supply Chain Management*. Survey. Practices.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 1980 o conceito de sustentabilidade está cada vez mais presente no cotidiano das indústrias. As grandes empresas, por diferentes motivações, estão em busca não somente de lucratividade, mas sim de um equilíbrio nos âmbitos econômico, social, ambiental, espacial e cultural (SACHS, 1994).

Isso pode ser consequência do fato de que os consumidores estão à procura de produtos ambientalmente corretos, o que leva as empresas a utilizarem práticas sustentáveis como logística reversa, Produção Mais Limpa (P+L) e outras. Dentre as práticas utilizadas pelas organizações, destaca-se a *Green Supply Chain Management* (GSCM), que é objeto de estudo desta pesquisa.

Para definir a GSCM, antes é necessária uma breve explicação sobre *Supply Chain Management* (SCM). Segundo Bowersox e Closs (2009), o propósito da logística é atingir o nível de serviço que o cliente deseja, disponibilizando todos os produtos/serviços no local e momento que são desejados com menor custo.

Esse propósito pode ser melhor adaptado para a logística empresarial que trata de serviços de distribuição e estudo de métodos que possam aumentar a rentabilidade. A gestão da logística empresarial ganhou o nome de gerenciamento da cadeia de suprimentos (BALLOU, 2011).

Não há um consenso acerca da definição de GSCM. Vários autores trazem definições diferentes quanto ao tema, mas a definição mais simples é a tradução do próprio termo, “gestão de cadeia de suprimentos verde”. O termo *green* remete a questões ambientais (ZHU; SARKIS; LAI, 2007). Entretanto, o GSCM também relaciona questões sociais, econômicas, espaciais e culturais.

Neste sentido, uma definição mais completa para GSCM pode ser encontrada em Yingluo et al. (2003), citados por Xue (2010). A definição aponta que GSCM é um modelo de gestão moderno que considera impactos ambientais ao longo de toda cadeia produtiva, desde fornecedores e clientes de primeiro nível até os elos mais extremos, utilizando os recursos da melhor forma possível.

Por ser um conceito relativamente novo, ainda não se verifica uma vasta aplicação na indústria, especialmente no Brasil e no estado de Goiás. No entanto, em virtude das pressões de mercado ou regulatórias, a indústria já tem incorporado em suas operações práticas de GSCM. Para isso, faz-se necessário a criação de um material sólido e replicável para melhor compreensão de como são realizadas as práticas de GSCM. Assim, é o objetivo deste trabalho, portanto, elaborar um ferramental de diagnóstico de práticas de GSCM.

Com base na necessidade de diagnosticar o uso de práticas sustentáveis nas empresas em geral, esse artigo pode ser justificado também para a difusão do tema, que ainda é recente. Existem poucos estudos acerca do assunto e, restringindo-o ao estado de Goiás, não foi encontrado nenhum outro estudo. Busca-se, assim, preencher essa lacuna da literatura a partir deste estudo, contribuindo para que as práticas em GSCM sejam difundidas alavancando cooperações, melhorando os relacionamentos e o desempenho das cadeias de suprimentos brasileiras.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

O procedimento metodológico utilizado para a realização desta pesquisa foi o intitulado como teórico-conceitual. Foi realizado um levantamento de bibliografias relacionadas ao tema em foco. Segundo Lakatos e Marconi (1985), esse tipo de metodologia tem como finalidade colocar o pesquisador em contato direto com o que foi escrito sobre determinado assunto. Assim, foi necessária uma pesquisa aprofundada de artigos para identificar práticas utilizadas no mundo e questioná-las diretamente no ferramental a ser elaborado.

Essa pesquisa aprofundada foi feita utilizando o site engineeringvillage.com com o termo “*green supply chain management*” no campo “*title*”, pelo qual foi possível encontrar 446 artigos. A data de acesso foi 08/10/2015. Após a busca, não foi possível o acesso de 54 deles e 2 tratavam de temas diferentes que coincidiram com os termos pesquisados. Todos os outros artigos foram lidos e foram diagnosticadas 66 práticas diferentes.

Para compreender como as pesquisas *survey* acerca de GSCM eram conduzidas, foi realizada uma revisão de literatura. Para tanto, fez-se necessário uma pesquisa aprofundada sobre a metodologia *survey* aplicada à GSCM. Foram encontrados 17 artigos em uma pesquisa realizada na mesma base de dados utilizando os termos “*green supply chain management*” em “*title*” e “*survey*” em “*title/abstract/subject*”. Os títulos com respectivos autores e data de publicação podem ser encontrados na Tabela 1.

A partir de ambas revisões de literatura realizadas, foi possível elaborar o ferramental objeto de estudo deste trabalho. Para essa elaboração, foi utilizada a ferramenta GoogleDocs. A escolha se deve em função da facilidade de acesso por essa ferramenta de possíveis participantes. O questionário online pode ser encontrado em: <https://docs.google.com/forms/d/13ssAYt8WF8GY8KHMkSc155XPIPgQ9_2-mHHekFNWDyA/viewform?edit_requested=true>.

Tabela 1. Resultados da pesquisa aprofundada em *survey* (autores e títulos)

Autores (ano)	Título da obra
Huang, Tan, Ding (2015)	An exploratory survey of green supply chain management in Chinese manufacturing small and medium-sized enterprises pressures and drivers
Stefanelli, Jabbour, Jabbour (2014)	Green supply chain management and environmental performance of firms in the bioenergy sector in Brazil: An exploratory survey
Zhu, Sarkis, Kee (2012)	Examining the effects of green supply chain management practices and their mediations on performance improvements
Wu, Guo (2012)	The text mining and classification analyses on the relationship between green supply chain management and closed-loop supply chain research trends (2000-2010)
Barve, Muduli (2013)	Modelling the challenges of green supply chain management practices in Indian mining industries
Wu, Guo (2010)	The trend of green supply chain management research (2000-2010): A text mining analysis
Ninlawan, Seksan, Tossapol, Pilada, (2010)	The implementation of green supply chain management practices in electronics industry
Mitra, Datta (2014)	Adoption of green supply chain management practices and their impact on performance: An exploratory study of Indian manufacturing firms

Autores (ano)	Título da obra
Xu, Mathiyazhagan, Govindan, Noorul Haq, Ramachandran, Ashokkumar (2013)	Multiple comparative studies of Green Supply Chain Management: Pressures analysis
Jabbour, Jabbour, Govindan, Kannan, Arantes, (2014)	Mixed methodology to analyze the relationship between maturity of environmental management and the adoption of green supply chain management in Brazil
Govindan, Mathiyazhagan, Kannan (2014)	Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process
Mathiyazhagan; Govindan, Noorul Haq, Geng (2013)	An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management
Mathiyazhagan; Govindan, Noorul Haq, (2014)	Pressure analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process
Lee, Kim, Choi (2012)	Green supply chain management and organizational performance
Liu, Tang, Xue (2012)	The impact of manufacturing firms' green supply chain management on competitive advantage
Jabbour, Jabbour, Govindan, Kannan, Salgado, Zanon (2013)	Factors affecting the adoption of green supply chain management practices in Brazil: Empirical evidence
Lin, Lan (2013)	Green supply chain management for the SME automotive suppliers

3 RESULTADOS E CONCLUSÕES

O principal resultado desta pesquisa foi a elaboração do questionário completo a ser aplicado. Este não tem validade apenas para Goiás; caso outros autores queiram se basear nele para realizarem pesquisas futuras, basta adaptá-lo aos seus objetivos. O questionário pode ser encontrado no Anexo I.

O questionário foi elaborado com base em Mitra e Datta (2013). Tal questionário aborda perguntas estimulando respostas que induzem a compreensão das práticas de GSCM que são utilizadas pelas empresas participantes do estudo.

As primeiras perguntas estão relacionadas à apresentação da empresa. Assim, é possível definir de qual setor a empresa faz parte, qual sua linha de produtos e qual o contato para futuras pesquisas, se necessárias.

As perguntas seguintes tratam de certificações da empresa quanto à qualidade e sustentabilidade (ISOs 9000 e 14000). Também é questionado se a empresa era uma multinacional ou empresa local. Destaca-se que tais perguntas são importantes devido ao fato de que qualidade e sustentabilidade estão em muitos casos correlacionadas. Com maior qualidade de processo há menores desperdícios, resíduos e outros.

Em seguida, são feitas perguntas relacionadas ao uso de sistemas de gerenciamento ambientais, também conhecidos como *Environment Management System* (EMS), e quanto à adoção de práticas de GSCM: se foram voluntárias, com pressões governamentais etc. Foram também feitas perguntas relacionadas ao tratamento da empresa com fornecedores quanto ao tema.

Também houve preocupação no questionário quanto ao uso de pensamentos sustentáveis para desenvolvimento de produtos, uso de embalagens no *packing*, transporte ou estocagem, logística reversa, remanufatura e reciclagem foram conceitos adotados para perguntas no questionário. Outra pergunta importante quanto à implementação é relacionada ao tipo de retorno que a empresa teve após essa ação. Também é possível saber quando e se houve esse retorno. Ainda ficou disponível um campo para comentários após o questionário finalizado. Além das perguntas realizadas por Mitra e Datta (2013), fez-se necessário acrescentar perguntas relacionadas a outros fatores de forma a obter respostas mais direcionadas ao objetivo deste trabalho.

Foram acrescentadas perguntas relacionadas à presença de indicadores de desempenho com o intuito de saber se estes se relacionam a sustentabilidade, aspectos econômicos ou relacionamento cliente/fornecedor. Também se fez necessário descobrir se para o setor da empresa participante da pesquisa os clientes se importam com o quesito sustentabilidade no momento de escolha de produtos.

Acerca da relação de clientes e fornecedores, há perguntas sobre quem realiza (cliente, fornecedor, a própria empresa ou ambos) e qual a frequência da avaliação e controle das exigências dos clientes. No questionário também foram acrescentadas perguntas quanto à estrutura de marketing e propaganda relacionada a práticas “verdes”.

Destaca-se que as práticas encontradas na revisão bibliográfica foram resumidas ou reescritas de forma que uma abrangesse a outra para reduzir a quantidade de termos a serem respondidos. Do total de 65 práticas, foi possível reduzi-las a 21 (mescladas) no questionário. Nessa etapa, foi necessário grande atenção e leituras cuidadosas para evitar a retirada de práticas importantes que não deveriam ser resumidas ou mescladas a outras.

A partir do material de pesquisa elaborado espera-se conseguir realizar mapeamentos sobre o uso de práticas de GSCM e, ao mesmo tempo, difundir tal conceito para que seja ampliado o seu uso. Com o mapeamento, estudos aprofundados de diversas temáticas quanto ao GSCM podem ser realizados.

REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. **Logística empresarial: Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Tradução de Raul Rubenich. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARVE, A.; MUDULI, K. Modelling the challenges of green supply chain management practices in Indian mining industries. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 24, n. 8, p. 1102-1122, 2013.
- BOWERSOX, D.; CLOSS, D. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2009.
- GOVIDAN, K; MATHIYAZHAGAN, K; KANNAN, D.; HAQ, A. N. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. **International Journal of Production Economics**, v. 147, p. 555-568, 2014.
- HUANG, X.; TAN, B. L.; DING, X. An exploratory survey of green supply chain management in Chinese manufacturing small and medium-sized enterprises pressures and drivers. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 1, p. 80-103, 2015.
- JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C.; GOVIDAN, K.; KANNAN, D.; SALGADO, M. H.; ZANON, C. J. Factors affecting the adoption of green supply chain management practices in Brazil: Empirical evidence. **International Journal of Environmental Studies**, v. 70, n. 2, p. 302-315, 2013.
- JABBOUR, A. B.; JABBOUR, C.; GOVIDAN, K.; KANNAN, D.; ARANTES, A. F. Mixed methodology to analyze the relationship between maturity of environmental management and the adoption of green supply chain management in Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 92, p. 255-267, 2014.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1985.
- LEE, S. M.; KIM, S. T.; CHOI, D. Green supply chain management and organizational performance. **Industrial Management and Data Systems**, v. 112, n. 8, p. 1148-1180, 2012.
- LIN, L.; LAN, J. Green supply chain management for the SME automotive suppliers. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 13, n. 4, p. 372-390, 2013.
- LIU, L.; TANG, M.; XUE, F. The impact of manufacturing firms' green supply chain management on competitive advantage. **Advanced Materials Research**, v. 472-475, p. 3349-3354, 2012.

MATHIYAZHAGAN, K.; GOVIDAN, K.; HAQ, A. N. Pressure analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 1, p. 188-202, 2014.

MATHIYAZHAGAN, K.; GOVIDAN, K.; NOORULHAQ, A.; GENG, Y. An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 283-297, 2013.

MITRA, S.; DATTA, P. P. Adoption of green supply chain management practices and their impact on performance: An exploratory study of Indian manufacturing firms. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 7, p. 2085-2107, 2013.

NINLAWAN, C.; SEKSAN, P.; TOSSAPOI, K.; PILADA, W. The implementation of green supply chain management practices in electronics industry. **Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists – IMECS 2010**, p. 1563-1568, 2010.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. (Org.) **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

STEFANELLI, N. O.; JABBOUR, CHAVEL J. C.; JABBOUR, A. B. L. S. Green supply chain management and environmental performance of firms in the bioenergy sector in Brazil: An exploratory survey. **Energy Policy**, v. 75, p. 312-315, 2014.

WU, S.; GOU, J. **The trend of green supply chain management research (2000-2010): A text mining analysis**. International Conference on Supply Chain Management and Information Systems: Logistics Systems and Engineering, 2010.

_____. The text mining and classification analyses on the relationship between green supply chain management and closed-loop supply chain research trends (2000-2010). **International Journal of Digital Content Technology and its Applications**, v. 6, n. 23, p. 281-288, 2012.

XU, L.; MATHIYAZHAGAN, K.; GOVIDAN, K.; NOORUL HAQ, A.; RAMACHANDRAN, N. V.; ASHOKKUMAR, A. Multiple comparative studies of Green Supply Chain Management: Pressures analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 78, p. 26-35, 2013.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. Examining the effects of green supply chain management practices and their mediations on performance improvements. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 5, p. 1377-1394, 2012.

_____. Initiatives and outcomes of green supply chain management implementation by Chinese manufacturers. **Journal of Environmental Management**, v. 85, p. 179-189, 2007.

ANEXO 1 – IMAGENS DO QUESTIONÁRIO

Questionário Engenharia de Produção - UFG

Sua empresa adota práticas sustentáveis na logística?

Esta pesquisa é formulada por Éverton F.V.Valle, aluno da Engenharia de Produção - UFG, como parte do projeto de pesquisa "Estudo sobre Green Supply Chain no Brasil e suas aplicações", que pretende diagnosticar as práticas da chamada "Logística Verde" no Estado de Goiás.

O questionário precisa de cerca de 6 minutos e garantimos SIGILO das informações prestadas.

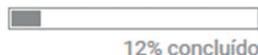
Green Supply Chain Management (GSCM) é a gestão de cadeia de suprimentos relativa às questões de Sustentabilidade. O desenvolvimento sustentável é definido como projetos e ações que satisfazem as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras (Comissão Brundtland, 1987).

Agradecemos sua contribuição,

Éverton Fleury Victorino Valle

Contato: ufg.grupo.gscm@gmail.com

Continuar »



Questionário Engenharia de Produção - UFG

*Obrigatório

Sobre a empresa

Informações gerais e certificações

Nome da Empresa (opcional)

Email (opcional)

Telefone e/ou fax (opcional)

Principal(is) produto(s) fabricado(s) *

Questionário Engenharia de Produção - UFG

*Obrigatório

Sobre a empresa

Informações gerais e certificações

Nome da Empresa (opcional)

Email (opcional)

Telefone e/ou fax (opcional)

Principal(is) produto(s) fabricado(s) *

É uma empresa: *

- nacional
 multinacional

Possui certificação ISO 9000? *

- Sim, recente (até 2 anos)
 Sim, há mais de 2 anos
 Sim, há mais de 10 anos
 Em processo
 Não
 Não sei do que se trata

Possui certificação ISO 14000? *

- Sim, recente (até 2 anos)
 Sm, há mais de 2 anos
 Sim, há mais de 10 anos
 Em processo
 Não
 Não sei do que se trata

Sua empresa já adotou alguma prática "verde"? *

Entenda prática verde como algum tipo de prática que seja sustentável, ou seja, favorável ao meio ambiente na cadeia de suprimentos

Questionário Engenharia de Produção - UFG

*Obrigatório

Indicadores de desempenho

Existe indicadores de desempenho relacionados às questões verdes na empresa? *

- Sim
 Não

Quais dos indicadores tem maior relevancia/ ponderação, no momento de tomada de decisão, quanto a qual tema abaixo? *

- Econômico
 Sustentável
 Fortalecimento entre elos cliente/fornecedor

« Voltar

Continuar »

 50% concluído

Questionário Engenharia de Produção - UFG

*Obrigatório

Fornecedores, clientes e relações contratuais

Leva-se em consideração algum critério de sustentabilidade para escolha de algum dos fornecedores/clientes? Qual critério? Este fornecedor trabalha com qual item? *

Quais são as exigências em termos contratuais para uma relação que envolva sustentabilidade entre a empresa e o fornecedor/cliente? *

No mercado em que a empresa atua, os clientes levam em consideração algum critério de sustentabilidade para a escolha dos produtos? *

A avaliação/controle destas exigências é feita com qual frequência? *

	Diariamente	Semanalmente	Mensalmente	Semestralmente	Não há
Feito pelo fornecedor	<input type="radio"/>				
Feito pelo cliente	<input type="radio"/>				
Feito pela empresa	<input type="radio"/>				
Feito por ambos	<input type="radio"/>				

« Voltar

Continuar »

 62% concluído

Questionário Engenharia de Produção - UFG

*Obrigatório

Práticas com embalagens

Quanto ao transporte e distribuição de matérias primas intermediárias ou de produtos finais, são usados: *

	Concordo plenamente	Concordo	Nem concordo nem discordo	Discordo	Discordo completamente
Embalagens ambientalmente corretas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Embalagens de matéria reciclável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Embalagens de matéria retornáveis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de transporte alternativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Qual dessas práticas são adotadas pela empresa para as embalagens? *

- Reutilização
- Reciclagem
- Descarte adequado
- Nenhuma
- Outro:

« Voltar

Continuar »

 75% concluído

Questionário Engenharia de Produção - UFG

*Obrigatório

Marketing

Como é a estrutura de marketing da empresa quanto a práticas “verdes” ou sustentáveis? *

- Fortalecimento da propaganda sobre os “Produtos verdes”
- Os fornecedores fornecem publicidade e apoio técnico para a empresa com intuito de aumentar vendas dos “produtos verdes”
- Há foco no desing dos “produtos verdes” para seu diferencial quanto aos demais, alavancando vendas
- Outro:

« Voltar

Continuar »

 87% concluído

Questionário Engenharia de Produção - UFG

*Obrigatório

Práticas de Green supply Chain Management

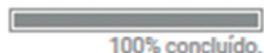
Como é focado a propaganda dos produtos green? *

- Propaganda via telecomunicação
- Propaganda via rádio
- Propaganda via jornais, revistas
- Propaganda via 'boca-boca'
- Não há propagandas
- Outro:

Recebeu algum incentivo governamental	<input type="radio"/>					
Adotou práticas por imposição por pressão do mercado	<input type="radio"/>					
Utiliza Sistemas de coordenação de fluxo de produção	<input type="radio"/>					
Prática Logística reversa	<input type="radio"/>					
Busca por Eco-certificação, ecologização e ISOs	<input type="radio"/>					
Teve localização estratégica do Centro de Distribuição	<input type="radio"/>					
Discute internamente a preocupação ambiental dos consumidores	<input type="radio"/>					
É discutido junto a fornecedores e clientes a respeito de preocupações ambientais?	<input type="radio"/>					

[« Voltar](#)

[Enviar](#)



100% concluído.

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

7

CAPÍTULO

POLÍTICA ECONÔMICA DO FPM – 2005 A 2014: UMA ANÁLISE DOS REPASSES AOS MUNICÍPIOS DE CATALÃO-GO E RIO DAS OSTRAS-RJ

Paulo Antônio M. Hordones¹

Anayama A. Alves¹

Victor H. Camargo¹

Hélio Y. Fuchigami¹

Resumo: O mecanismo de distribuição das receitas públicas no Brasil, alinhado ao pacto federativo, resulta em que as transferências constitucionais são

¹ Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil. E-mail de contato: ecn.pauloantonio@gmail.com

consideradas uma das maiores fontes de receitas para as finanças municipais, gerando vínculos de dependência intensos entre os municípios e o governo federal. Este trabalho procurou contribuir para a compreensão dos critérios de rateio do fundo a partir do resgate histórico da evolução da legislação relacionadas ao tema. Foi apresentada evolução dos repasses dos municípios de Catalão-GO e Rio das Ostras-RJ no período de 2005 a 2014. Os resultados mostram que os repasses a Rio das Ostras cresceram 290% no período.

Palavras-chave: FPM. Gestão pública. Esforço tributário.

Abstract: The distribution mechanism of public revenues in Brazil, in line with the federal pact, results that the constitutional transfers are considered a major source of revenue for municipal finances, generating intense dependency links between municipalities and the federal government. This article sought to contribute to the understanding of the fund's apportionment criteria from the historical review of the evolution of legislation related to the theme. Were presented the evolution of transfers made to Catalão-GO and Rio das Ostras-RJ, from 2005 to 2014. The results show that the transfers to Rio das Ostras increased 290% in the period.

Keywords: FPM. Public administration. Tax effort.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Hentz (2011), a organização político-administrativa da República Federativa do Brasil compreende três níveis governamentais autônomos e interdependentes, são eles: o governo federal, os estados e o Distrito Federal, e os municípios. As relações fiscais intergovernamentais foram estabelecidas pelo pacto federativo firmado na Constituição de 1988, que definiu as principais diretrizes tributárias, dispendo sobre os princípios gerais, as limitações do poder de tributar, as competências e também sobre a repartição das receitas tributárias.

As transferências constitucionais têm exercido um papel interessante e digno de análise no processo de busca da isonomia econômico-financeira e democrática entre estados e municípios no que tange à distribuição e à alocação dos recursos captados pelos entes federativos estaduais e municipais. Os sistemas de transferências intergovernamentais são dispositivos inerentes aos regimes federativos, considerados uma das principais formas de compatibilização dos interesses antagonísticos dos diferentes níveis de governo, em que os subnacionais buscam mais autonomia fiscal, enquanto o governo central tende a centralizar as decisões de arrecadação e despesa.

Esses dispositivos se tornam mais relevantes à medida que se aumenta o grau de descentralização fiscal entre os níveis de governo, principalmente quando a distribuição das responsabilidades de gastos não é realizada de forma equilibrada

com a repartição das competências tributárias, o que pode acentuar desequilíbrios fiscais verticais e horizontais, além de aumentar a dependência dos governos subnacionais em relação aos recursos do governo central. Os principais objetivos dos sistemas de transferências são a redução dos desequilíbrios fiscais e a coordenação dos entes subnacionais para o desenvolvimento de políticas do governo nacional.

O escopo desta análise foi o Fundo de Participação dos Municípios (FPM), por se tratar de uma fonte importante de recursos para os municípios cujo foco é a redução das desigualdades sociais e econômicas. O questionamento central deste trabalho foi como se comportaram, no período de 2005-2014, com a atual política econômica de redistribuição do FPM, os repasses feitos ao município de Catalão-GO em relação ao município de Rio das Ostras-RJ. O município fluminense foi selecionado como base para comparação por ter apresentado, no período mencionado, o maior crescimento populacional dentre todos os municípios brasileiros segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para responder ao problema da pesquisa, foi realizado um estudo do histórico concernente à política econômica de redistribuição do FPM desde sua criação até os dias atuais. A pesquisa pretendeu esclarecer, ainda que empiricamente, como ocorre a alocação dos recursos captados pelo governo na forma de tributos e impostos e a distribuição aos entes federativos municipais.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Esta seção tem como referências: Câmara dos Deputados (2011), Gasparini e Melo (2004), Gasparini e Miranda (2006), Secretaria do Tesouro Nacional (2012), Tribunal de Contas da União (2010) e todos os dispositivos legais apresentados a seguir. Segundo Veloso (2008), o FPM é um instrumento de política fiscal federativa com o objetivo de suplementar os orçamentos dos municípios, buscando estabilidade, compensação e redistribuição dos recursos para esses entes subnacionais. De acordo com o inciso II do Art. 161 da Constituição Federal, o papel do FPM é promover o equilíbrio socioeconômico entre municípios.

O seu caráter redistributivo é justificado por este ser constituído de recursos provenientes de impostos cuja arrecadação se concentra nas localidades mais desenvolvidas e é distribuído basicamente por critério populacional, independente da base arrecadatória, conforme apresentado por Gasparini e Miranda (2006). A seguir será apresentada a sua evolução institucional e o sistema vigente.

2.1 Histórico e evolução da legislação FPM no Brasil

O FPM foi instituído pela Emenda Constitucional nº 18, de 01/12/1965, a qual, em seu Art. 21, destinava 20% do produto da arrecadação do Imposto

sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto Sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza (IR) ao Fundo de Participação dos estados e do Distrito Federal (FPE). O §1º do dispositivo remeteu à lei complementar o regramento da aplicação dos recursos; coube ao Código Tributário Nacional (CTN – Lei 5172/1966) estabelecer, no seu Art. 91, o critério de repartição do FPM com base nas populações municipais. Com a Constituição Federal (CF) de 1967, reduziu-se para 5% a participação do FPM no montante de arrecadação de IPI e IR e foram incluídas condições para a entrega das cotas aos Municípios.

A Emenda Constitucional (EC) nº 5, de 1975, elevou o percentual do FPM para 9% por meio de um aumento gradual na seguinte forma: 6%, 7%, 8% e 9%, correspondente aos exercícios de 1976, 1977, 1978 e 1979, respectivamente. Em 1980 a EC 17 elevou o percentual do FPM para 11%, por meio de novo aumento gradual na seguinte forma: 10%, 10,5% e 11%, correspondente aos exercícios de 1981, 1982 e 1984, respectivamente.

O Decreto Lei (DL) 1881 de 1981 alterou o CTN, criando a Reserva do FPM e modificando a tabela de coeficientes dos municípios não capitais. Na nova modalidade, exclusiva aos municípios com mais de 156.216 habitantes, foram destinados 4% dos recursos previstos para os municípios não capitais (90%), ou seja, o equivalente a 3,6% do montante do FPM. Portanto, aos municípios não capitais e com menos habitantes, restam 86,4% dos recursos do FPM. Em 1987 a EC nº 23 elevou o percentual do FPM para 16%. Em 1985 nova mudança: a EC nº 27 aumentou em mais 1 ponto percentual a composição do FPM e vinculou parte dos recursos à aplicação em programas de saúde.

A CF de 1988 elevou o percentual do FPM para 22,5% por meio de um aumento gradual na seguinte forma: 20% em 1988, com acréscimos de 0,5% a cada ano, atingindo 22,5% em 1993. A partir do novo texto constitucional, nada menos do que 47% dos recursos arrecadados pelo IR e pelo IPI passaram a ser destinados aos fundos dos estados e municípios. Ainda em 1988, a Lei Complementar (LC) 59 definiu que as revisões do número de habitantes e, conseqüentemente, dos coeficientes atribuídos aos municípios, a partir de 1989, passassem a ser anuais, com base nos dados oficiais da população produzidos pelo IBGE.

Em 1989, a LC 62 alterou a revisão dos coeficientes individuais de participação para que, no caso da criação e da instalação de novos municípios, o surgimento das novas unidades repercutisse somente nos municípios do próprio estado. A LC 71/1992 manteve os parâmetros fixos até que lei específica estabelecesse novos critérios. Em 1993, a LC 72 prorrogou as disposições da LC nº 71 até 1993. No ano de 1993, a LC 74 manteve os coeficientes dos municípios determinados para 1992, além de revisar os daqueles que cederam população para novos municípios criados em 1993 e revogar a LC nº 71/1992. A EC 14/1996 determinou a criação do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental

e de Valorização do Magistério (Fundef) por meio da vinculação de, no mínimo, 15% dos recursos do FPM.

Em 1997 a LC 91 determinou que, a partir do exercício de 1998, ficariam mantidos os coeficientes do FPM atribuídos em 1997 aos municípios que apresentarem redução de seus coeficientes pela aplicação do coeficiente populacional. A partir de 1999, os ganhos adicionais em virtude da manutenção do coeficiente sofreriam aplicação de um “reductor financeiro”, a ser aplicado até 2002, cujo resultado seria automaticamente redistribuído aos demais Municípios da categoria.

A LC 106/2001 alterou os percentuais de aplicação do reductor financeiro de tal forma que a regularização ocorreu no exercício de 2008. Uma alteração importante foi introduzida pela EC 55/2007, que acrescentou 1 ponto percentual ao FPM (que assim passou a ter alíquota de 23,5%); este percentual a mais, entretanto, passou a ser acumulado na Conta Única do Tesouro Nacional ao longo de 12 meses, para ser entregue aos municípios por seu valor integral no primeiro decêndio de dezembro de cada ano. A Figura 1 ilustra o acima exposto numa linha de tempo.

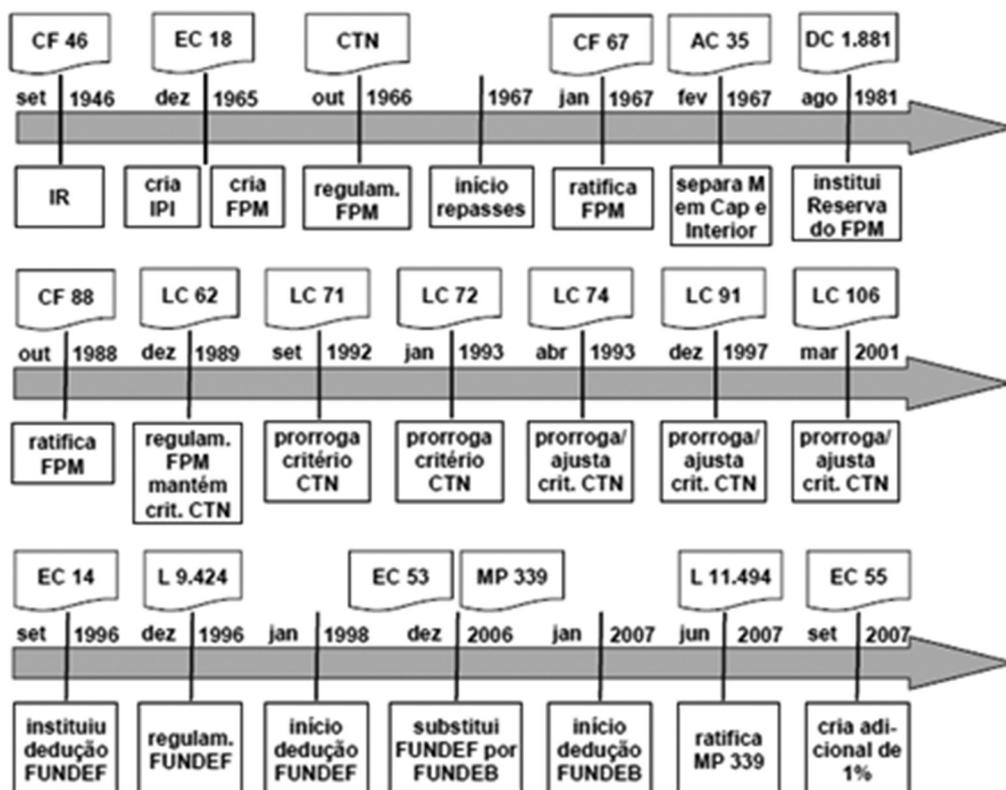


Figura 1. Histórico da legislação sobre FPM. Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional, 2013.

Efetivamente, a partir de setembro de 2008, o montante do FPM passou a ser composto de 23,5% da arrecadação líquida do IPI e do IR, sendo deduzido desse valor os 15% do Fundef. A arrecadação bruta desses impostos é apurada decenalmente pela Receita Federal do Brasil (RFB), que deduz as restituições e incentivos fiscais ocorridos no mesmo período e comunica o montante da arrecadação líquida resultante à Secretaria do Tesouro Nacional (STN). Esta secretaria realiza a contabilização dessas arrecadações líquidas no Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI), informando em seguida ao Banco do Brasil o montante financeiro a ser transferido. O Banco do Brasil calcula o valor da cota de cada município, de acordo com os coeficientes definidos pelo TCU e com o valor total do FPM fornecido pela STN, e realiza a distribuição dos recursos aos municípios.

As cotas de participação do FPM são fixadas pelo TCU com base nas populações de cada município brasileiro e no PIB per capita das unidades da federação, ambos fornecidos pelo IBGE, sendo que as informações sobre a renda não são necessariamente do período vigente. O IBGE envia ao TCU até o dia 31 de outubro de cada exercício as informações populacionais de cada município, de acordo com o Art. 102 da Lei nº 8.443, de 16 de julho de 1992. Após a formulação, até o último dia útil de cada exercício, o TCU publica no Diário Oficial da União e comunica ao Banco do Brasil e à STN os coeficientes individuais de participação dos municípios, que terão vigência durante todo o exercício seguinte, de acordo com a Decisão nº 1.121/2000 e nº 853/2000 do TCU.

2.2 Distribuição do FPM

O FPM é o resultado da receita bruta do IR e do IPI deduzidos as restituições e os incentivos fiscais. A esse resultado líquido aplica-se uma alíquota de 23,5% a ser destinada ao fundo. O cálculo do coeficiente individual do FPM para cada município, obtido através dos dados da população e da renda *per capita* disponibilizados pelo IBGE estabelece a formação de três grupos para a distribuição dos recursos: os municípios das capitais; os municípios pertencentes ao Fundo de Reserva, que são os municípios com população superior a 142.633 habitantes; e os municípios do interior.

A Tabela 1 demonstra a evolução das alíquotas de formação do FPM a partir de 1967, que parte de 10% sobre o volume arrecadado de IPI e IR. Entre 1969 e 1975, essa alíquota passou a ser de 5% e, a partir daí, há um crescimento até atingir 17% em 1988. Com a nova Constituição Federal de 1988, define-se um novo parâmetro de evolução que, em 2007, chega a 23,5%, alíquota que continua em vigor.

Tabela 1. Evolução dos percentuais do FPM

Dispositivo Legal	FPM (%)	Vigência
Código Tributário Nacional (1966)	10,0	1967/68
Ato Complementar 40/1968	5,0	1969/75
	6,0	1976
	7,0	1977
Emenda Constitucional 5/1975	8,0	1978
	9,0	1979/80
	10,0	1981
Emenda Constitucional 17/1980	10,5	1982/83
	13,5	1984
Emenda Constitucional 23/1983	16,0	1985
	17,0	1985/88
Emenda Constitucional 27/1985	20,0	1988 ^(a)
Constituição Federal de 1988	20,5	1989
	21,0	1990
	21,5	1991
	22,0	1992
	22,5	a partir de 1993
Emenda Constitucional 55/2007	+ 1,0	a partir de 2007 ^(b)

(a) A partir da promulgação da Constituição.

(b) Em 2007, a partir da arrecadação do mês de setembro.

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional, 2013.

A repartição dos recursos do FPM ocorre da seguinte forma: 10% aos municípios das capitais dos estados, 3,6% para os municípios do interior incluídos na Reserva do FPM e 86,4% aos municípios do interior. Essas categorias são apresentadas a seguir na Tabela 2.

Tabela 2. Percentuais de distribuição do FPM

FPM – CAPITAIS	FPM – INTERIOR	DECRETO – Lei 1.881/81 Fundo de Reserva	FPM LÍQUIDO
10%	86,4%	3,6%	100%

A cota de FPM recebida por um dado município é calculada com base em coeficientes de participação definidos segundo critérios populacionais, conforme Tabela 3. O coeficiente mínimo, 0,6, é estabelecido para municípios com

até 10.188 habitantes. Para municípios cuja população situa-se entre 10.188 e 156.216 habitantes, foram definidas 18 faixas populacionais, cabendo a cada uma delas coeficiente individual. Para todos os municípios do interior com mais de 156.216 habitantes foi determinado o coeficiente 4,0.

Tabela 3. FPM Interior – coeficientes por faixa de habitantes

Faixa de habitantes	Coeficiente
Até 10.188	0,6
De 10.189 a 13.584	0,8
De 13.585 a 16.980	1,0
De 16.981 a 23.772	1,2
De 23.773 a 30.564	1,4
De 30.565 a 37.356	1,6
De 37.357 a 44.148	1,8
De 44.149 a 50.940	2,0
De 50.941 a 61.128	2,2
De 61.129 a 71.316	2,4
De 71.317 a 81.504	2,6
De 81.505 a 91.692	2,8
De 91.693 a 101.880	3,0
De 101.881 a 115.464	3,2
De 115.465 a 129.048	3,4
De 129.049 a 142.632	3,6
De 142.633 a 156. 216	3,8
Acima de 156. 216	4,0

Fonte: adaptada de Secretaria do Tesouro Nacional, 2013.

3 METODOLOGIA

Segundo as definições de Martins (2010) e Nakano (2010), esta pesquisa possui abordagem quantitativa, pois há preocupação com mensurabilidade, causalidade, generalização e replicação. Pode ser classificada também como pesquisa aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos e envolve verdades e interesses locais. Além disso, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), este trabalho se classifica como pesquisa documental, uma vez que recorre a fontes diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a base de dados utilizada é proveniente da STN e do IBGE, informações disponibilizadas em sites governamentais e, por conseguinte, análise estatística.

4 RESULTADOS

A Figura 2 demonstra uma evolução nos valores nominais dos recursos que foram repassados aos municípios de 2003 a 2012. Pode-se observar de forma clara o crescimento do volume de recursos recebidos pelos municípios e a evolução nos valores nominais do fundo, reflexo da arrecadação geral dos impostos federais que o forma.

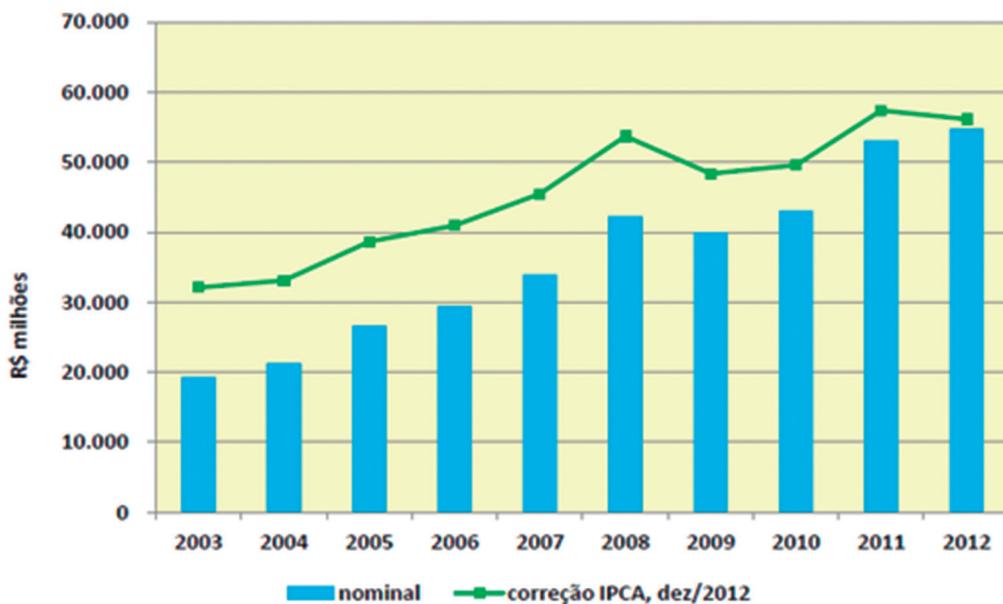


Figura 2. Evolução anual das transferências intergovernamentais do FPM. Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional, 2013.

Nota-se claramente que o repasse saiu de algo em torno de 32 bilhões de reais em 2003 para chegar em 2012 na casa dos 58 bilhões de reais. Esta evolução corresponde a um crescimento anualizado na faixa dos 6,13%. No mesmo período, o PIB brasileiro apresentou crescimento médio de 3,79% ao ano com um pico em 2010 que chegou a 7,6%, segundo o IBGE. A Tabela 4 demonstra a evolução populacional e os repasses *per capita* do FPM para os municípios de Catalão e Rio das Ostras.

Ao acompanhar a evolução do repasse do FPM na Tabela 4, verifica-se que, em 2005, Rio das Ostras recebia pouco mais de 76% do valor recebido por Catalão. Em 2014, a cidade fluminense passou a receber 104% do valor repassado à cidade goiana.

Tabela 4. Evoluções de população, repasses do FPM e repasses *per capita* do FPM para os municípios de Catalão e Rio das Ostras de 2005 a 2014

Catalão - GO			
Ano	Volume Total	População	FPM/Per capita
2.005	R\$ 8.991.494,87	70.574	R\$ 127,41
2.006	R\$ 9.989.171,30	71.680	R\$ 139,36
2.007	R\$ 12.501.297,57	75.623	R\$ 165,31
2.008	R\$ 15.526.251,91	79.618	R\$ 195,01
2.009	R\$ 14.516.590,98	81.109	R\$ 178,98
2.010	R\$ 15.602.932,91	86.647	R\$ 180,07
2.011	R\$ 20.294.725,70	88.354	R\$ 229,70
2.012	R\$ 20.907.483,64	90.004	R\$ 232,30
2.013	R\$ 22.352.782,18	94.896	R\$ 235,55
2.014	R\$ 25.729.304,38	96.836	R\$ 265,70
Rio das Ostras - RJ			
2.005	R\$ 6.883.548,02	47.819	R\$ 143,95
2.006	R\$ 7.589.171,06	49.868	R\$ 152,19
2.007	R\$ 8.721.280,18	74.750	R\$ 116,67
2.008	R\$ 14.017.932,90	91.085	R\$ 153,90
2.009	R\$ 14.063.053,49	96.622	R\$ 145,55
2.010	R\$ 16.154.577,00	105.676	R\$ 152,87
2.011	R\$ 21.176.688,08	110.992	R\$ 190,79
2.012	R\$ 21.788.628,48	116.134	R\$ 187,62
2.013	R\$ 24.767.128,40	122.196	R\$ 202,68
2.014	R\$ 26.903.800,12	127.171	R\$ 211,56

Fonte: adaptada de IBGE, 2014.

Na Figura 3, verifica-se que, no período de 2005 a 2014, Catalão teve um crescimento populacional médio da ordem de 3,21% a.a., enquanto que a população de Rio das Ostras cresceu a taxas médias de 10,28% a.a., sendo, segundo o IBGE (2014), o município brasileiro que apresentou maior crescimento populacional no período analisado.

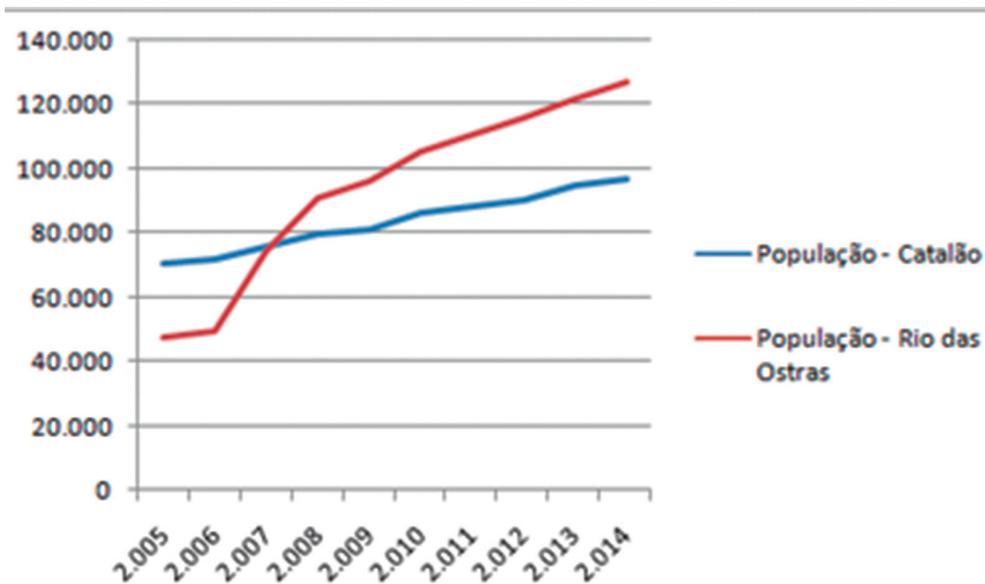


Figura 3. Evolução populacional dos municípios de Catalão e Rio das Ostras. Fonte: adaptada de IBGE, 2014.

Na Figura 4, pode-se observar que o crescimento do repasse *per capita* do FPM para o município de Catalão apresentou uma taxa de crescimento de 7,63% a.a., enquanto o repasse *per capita* do FPM para o município de Rio das Ostras teve um crescimento médio de apenas 3,93% a.a.

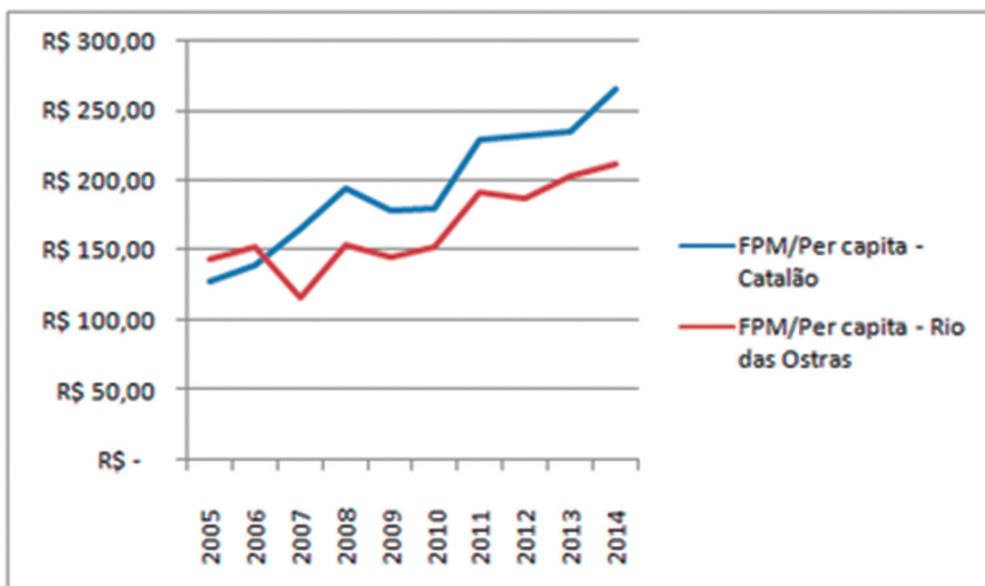


Figura 4. Repasse do FPM *per capita* para os municípios de Catalão e Rio das Ostras. Fonte: adaptada de IBGE, 2014.

5 CONCLUSÃO

O FPM tem sua discussão associada ao federalismo fiscal, pertencente ao estudo das finanças públicas relacionadas à análise de divisão de competências e à prestação de serviços pelos entes federados e que, portanto, como já mencionado, estão atreladas ao critério de distribuição, com o intuito de promover igualdade e proporcionar eficiência na alocação dos recursos. O trabalho procurou contribuir para a compreensão dos critérios de rateio do fundo a partir do resgate histórico da evolução da legislação relacionadas ao tema.

Observou-se após a criação do FPM em 1965 uma tendência inicial de redução do percentual de recursos que o compõem, reduzindo o valor inicial de 10% para 5% a partir do Ato Complementar nº 40/1968 e permanecendo constante até 1975, o que indica um período de concentração de recursos por parte do governo federal. Em 1976, com a Emenda Constitucional nº 5/1975, iniciou-se um gradativo aumento desse percentual, atingindo o valor de 10,5% em 1983. No ano seguinte, com a Emenda Constitucional nº 23/1983, iniciou-se uma aceleração dessa tendência de crescimento, atingindo o valor de 22,5% em 1993, o que reflete um período de descentralização dos recursos, cujo marco principal é a Constituição Federal de 1988. Esse valor permaneceu constante até 2007, no qual a Emenda Constitucional nº 55 o aumentou para 23,5%.

No que diz respeito aos resultados, verifica-se, no período estudado, uma evolução nos valores nominais do FPM, reflexo da arrecadação geral dos impostos que o formam. Isso demonstra que o Governo teve sua arrecadação crescente neste período.

O município de Catalão apresentou aumento populacional total no período estudado de 37,21% e aumento dos repasses do fundo de 186%. Já o município de Rio das Ostras apresentou o maior crescimento populacional do Brasil no período: 165,94%. Esta cidade apresentou ainda um aumento nos repasses do fundo da ordem de 290%.

No ano de 2005, o repasse *per capita* do FPM recebido por Catalão era menor do que o apresentado por Rio das Ostras. Já no ano de 2014, Catalão recebeu repasse *per capita* 25,59% maior do que Rio das Ostras.

Para o desenvolvimento de futuros trabalhos, sugere-se a avaliação dos motivos que justificam um recebimento *per capita* maior por Catalão em relação a Rio das Ostras e a inclusão da capital goiana na base de comparação dos dados.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, L. A. FERREIRA, M. A. M. *Gestão Tributária*. Florianópolis: Departamento de Ciências e Administração – UFSC; Brasília: CAPES-UAB, 2010.

BRASIL. Ato complementar nº 35, de 28 de fevereiro de 1967. Altera a Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966 e legislação posterior sobre o Sistema Tributário Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de fevereiro de 1967.

_____. Decreto-lei nº 86.309, de 24 de agosto de 1981. Reajusta os limites das fixas de números de habitantes de que trata o § 2º do artigo 91 da Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 de agosto de 1981.

_____. Decreto-lei nº 1.881, de 27 de agosto de 1981. Altera a Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966, cria a Reserva do Fundo de Participação dos Municípios – FPM a dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 de agosto de 1981.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 de outubro de 1988.

_____. Emenda Constitucional nº 55, de 20 de setembro de 2007. Altera o Art. 159 da Constituição Federal, aumentando a entrega de recursos pela União ao Fundo de Participação dos Municípios. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 de setembro de 2007.

_____. Câmara dos Deputados. **Fundo de Participação dos Municípios e participações governamentais sobre a produção de petróleo e gás natural: comentários e revisão de critérios de repartição**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011.

_____. Ministério da Fazenda. Secretaria do Tesouro Nacional. **Finanças do Brasil: dados contábeis dos municípios**. Banco de dados. Disponível em: <www.tesouro.fazenda.gov.br>. Acesso em: 10 dez. 2013.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Orçamento Federal. **Séries históricas de dados e indicadores fiscais**. Brasília, 2007.

_____. Ministério da Fazenda. Secretaria do Tesouro Nacional. **O que você precisa saber sobre transferências constitucionais e legais**, Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.stn.fazenda.gov.br/estados_municipios/download/CartilhaFPM.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2014.

GASPARINI, C.; MELO, C. Equidade e eficiência municipal: uma avaliação do Fundo de Participação dos Municípios (FPM). In: **Finanças Públicas: VIII Prêmio Tesouro Nacional – 2003. Coletânea de monografias/Secretaria do Tesouro Nacional**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2004, p. 345-401.

GASPARINI, C.; MIRANDA, R. **Evolução dos aspectos legais e dos montantes de transferências realizadas pelo Fundo de Participação dos Municípios**. Texto para Discussão, n. 1243. Brasília: IPEA, 2006.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.) **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

HENTZ, C. **FPM: equidade e eficiência – estudo de casos do RS**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. 86 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2014**. Brasília: IBGE, 2014.

_____. **Produto Interno Bruto dos municípios 2005-2013**. Banco de dados. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 mai. 2014.

MARTINS, R. A. Abordagens quantitativa e qualitativa. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.) **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p. 45-61.

NAKANO, D. Métodos de pesquisa adotados na engenharia de produção e gestão de operações. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.) **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p. 63-72.

VELOSO, J. F. A. **As transferências intergovernamentais e o esforço tributário municipal: uma análise do Fundo de Participação dos Municípios (FPM)**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008. 113 p.

8

CAPÍTULO

PROPOSTA DE UM MODELO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Antonielli Silva Alencar¹

Maico Roris Severino¹

Agradecimentos: Ao CNPq e à UFG – Regional Catalão por terem concedido os recursos necessários para a realização dessa pesquisa.

Resumo: O ser humano tem causado inúmeros impactos ambientais negativos, principalmente dentro de grandes corporações, extraindo do ambiente a

¹ Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil. E-mails para contato: antoniellialencar@gmail.com

matéria-prima para efetuar suas atividades de negócio. No entanto, este cenário tem sido forçado a mudanças por pressões de consumidores, legislações e/ou *stakeholders*. Dessa forma, empresas têm buscado cada vez mais aplicar práticas ambientalmente corretas em seus processos de gestão, como é o caso da *Green Supply Chain Management* (GSCM), além de avaliar o grau de utilização das práticas por meio de sistemas de medição de desempenho. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma proposta de modelo de indicadores de desempenho aplicados à GSCM. Para realização do estudo, fez-se uma revisão bibliográfica, classificando e organizando os modelos encontrados e, posteriormente, elaborou-se um novo modelo de medição de desempenho baseado nos modelos encontrados. Logo, o principal resultado obtido é a criação de um modelo de medição de desempenho mais amplo que os modelos normalmente encontrados na literatura, composto por sete grupos que ainda são divididos em atributos e indicadores qualitativos e quantitativos.

Palavras-chave: *Green Supply Chain Management*. Sistema de medição de desempenho. Gestão da cadeia de suprimentos.

Abstract: Humans have caused many negative environmental impacts, mainly inside big companies, extracting of the environment raw material to make their business activities. However, this scenario has been forced to change by pressures from stakeholders. In this way, companies have increasingly sought to apply environment friendly practices in their management processes, such as the Green Supply Chain Management (GSCM), evaluating the degree of utilization of practices through performance measurement systems. In this context, this study aimed to develop a proposal of a performance indicators model applied to GSCM. For this a literature review was performed, classifying and organizing the models found, and later it was elaborated a new performance measurement model based on the models found. Therefore, the main result obtained is the creation of a performance measurement model that is wider than the current models usually found in literature, compound for seven groups that are divided into qualitative and quantitative attributes and indicators.

Keywords: Green Supply Chain Management. Performance measurement. Supply chain management.

1 INTRODUÇÃO

Para Foladori (2001), a consciência de que o ser humano prejudicou a biosfera de forma radical, afetando sua própria sobrevivência, vem se consolidando desde a década de 1970. Os impactos vão desde a poluição de rios, poluição do ar de algumas cidades, extração até o esgotamento de minerais e recursos não renováveis. Devido a isso, várias empresas têm aplicado práticas ambientais, a

cratividade. No entanto, faz-se necessário medir o nível de utilização das práticas por meio de sistemas de medição de desempenho.

Um sistema de medição de desempenho pode ser identificado como uma técnica utilizada para medir a eficiência e a eficácia das atividades do negócio. A eficiência está ligada à utilização dos recursos, enquanto a eficácia é responsável pela avaliação dos resultados dos processos (NEELY et al., 1995 apud XAVIER, 2008).

Percebe-se que a avaliação do desempenho da cadeia de suprimentos sustentável trará uma resposta quanto ao grau do uso das práticas de GSCM. Como a literatura traz vários modelos de sistemas de medição de desempenho, esta pesquisa tem por objetivo geral desenvolver um estudo sobre indicadores de desempenho aplicados ao GSCM, criando um abrangente modelo de medição de desempenho sustentável.

2 METODOLOGIA

Para a condução deste estudo foi desenvolvida uma pesquisa do tipo teórico-conceitual, feita do seguinte modo:

- 1) Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre *Green Supply Chain* e sistemas de medição de desempenho, este último no banco de dados do Engineering Village entre os anos de 1969 até 2015, inserindo no dia 2 de abril de 2015 a combinação das palavras “Evaluation”, “Performance Measurement” e “Green Supply Chain” no campo “title”.
- 2) Foram encontrados 66 artigos, mas apenas 19 deles foram estudados por estarem disponíveis para *download*. Em seguida, os artigos estudados foram organizados e classificados de acordo com o número de citações e modelos de desempenho abordados.
- 3) Dez dos artigos estudados, que estão descritos na seção de revisão de literatura, foram selecionados para formulação de um modelo mais abrangente de medição de desempenho.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Medição de desempenho na cadeia de suprimentos

A medição de desempenho costuma ser vista como uma atividade que mensura atributos de um processo e confere os valores mensurados com metas preestabelecidas (XAVIER, 2008). Para Kingeski (2005), na medição de desempenho de uma cadeia de suprimentos, o controle não se baseia apenas em uma empresa, mas em todas as interações ao longo de uma cadeia de processos. O sistema de medição de desempenho (SMD) mostra uma realidade às vezes complexa por causa das dificuldades em se integrar os processos das diversas empresas que cons-

tituem a cadeia. Pires (1998) relatou que as cadeias devem adotar sistemas de avaliação de desempenho condizentes com as estratégias definidas, caso contrário os esforços de melhoria tornam-se prejudicados, devido à ausência de parâmetros comparativos, tanto em relação aos concorrentes quanto aos desejos dos clientes.

3.2 Modelos de medição de desempenho utilizados na GSCM

Geralmente, os modelos para desenvolvimento de um sistema de avaliação de desempenho apresentam como foco aspectos críticos dos processos, ou seja, o desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho requer a prévia identificação do que é importante para o processo a ser avaliado (COSTA et al., 2005).

Na literatura há vários modelos para medição de desempenho em cadeias de suprimentos, em que cada um possui uma estrutura própria, indicadores específicos e diferentes perspectivas. O modelo proposto nesta pesquisa teve como base de desenvolvimento 10 modelos de medição de desempenho ambientais, descritos a seguir.

3.2.1 Modelo de Zhu, Sarkis e Lai (2008)

Zhu, Sarkis e Lai (2008) abordaram algumas práticas de implementação na GSCM que foram determinadas em um estudo anterior realizado pelos mesmos autores, são elas: gestão ambiental interna, compras “verdes”, cooperação com consumidores incluindo requisitos ambientais, ecodesign e retorno do investimento. Além dessas práticas, os autores também relatam a existência de três variáveis de medição de resultados de desempenho: desempenho ambiental, desempenho econômico e desempenho operacional. Essas ações e variáveis são divididas em partes menores, isto é, em indicadores que podem ser mensurados quantitativa ou qualitativamente.

3.2.2 Modelo de Olugu, Wong e Shaharoun (2011)

Olugu, Wong e Shaharoun (2011) tinham como objetivo avaliar a cadeia de suprimentos automobilística verde e para isso foi feito um levantamento de medidas e métricas no sentido a montante da empresa focal, da própria empresa focal, a jusante e o fluxo reverso da cadeia. Foram identificados e desenvolvidos para as cadeias de frente e para trás (reversa), respectivamente, 10 medidas com 49 métricas e 6 medidas com 23 métricas.

As medidas da cadeia para frente são: compromisso com o fornecedor, custo “verde”, nível de gestão de processos, características do produto, compromisso

de gestão, custos da cadeia de suprimentos tradicionais, capacidade de resposta, qualidade, flexibilidade e perspectiva do cliente. Já a cadeia para trás (reversa) tem como medidas: envolvimento do cliente, custo de reciclagem, recursos materiais, compromisso de gestão, eficiência de reciclagem e compromisso com o fornecedor.

3.2.3 Modelo de Lin (2013)

O estudo de Lin (2013) teve por objetivo analisar os fatores influentes entre os critérios de três principais práticas de GSCM, isto é, práticas, performances e pressões externas. Para lidar com a imprecisão das percepções do ser humano, o estudo utilizou teoria dos conjuntos e tomada de decisão, método de tentativa e laboratório de avaliação *fuzzy* para formar um modelo estrutural com objetivo de descobrir as relações de causalidade entre os critérios. As práticas avaliadas foram: compra “verde”, *green design*, recuperação de produtos e produtos reutilizados, colaboração do fornecedor/cliente, desempenho organizacional (desempenho ambiental e desempenho econômico) e condução dos fatores externos (regulamentos e pressões dos *stakeholders*).

3.2.4 Modelo de Tsang e Chiu (2013)

O estudo de Tseng e Chiu (2013) buscou desenvolver um sistema de medição de desempenho com o intuito de selecionar um fornecedor verde para uma fabricante de placas de circuito impresso. Para tal finalidade, os autores desenvolveram um SMD com 18 critérios, dentre eles estão rentabilidade do fornecedor, relacionamento com o fornecedor, relacionamento com o consumidor, design para o ambiente e produção limpa.

3.2.5 Modelo de Falatoonitoosi, Leman e Sorooshian (2013)

Falatoonitoosi, Leman e Sorooshian (2013) afirmaram que o monitoramento de programas de gestão ambiental na GSCM é composto por práticas reativas e proativas, incluindo a logística reversa, reciclagem e remanufatura. No entanto, acredita-se que algo inovador na gestão da cadeia de suprimentos é a inserção de práticas como compra, embalagem e fabricação “verdes” e logística reversa. Neste sentido, os autores propuseram um modelo de medição de desempenho para seleção de fornecedores “verdes” com cinco práticas principais: desempenho organizacional (DO), logística “verde” (LV), atividades organizacionais “verdes” (AOV), proteção ambiental (PA) e avaliação de fornecedores “verdes” (AFV). Essas práticas foram então expostas como critérios de avaliação em um modelo

de avaliação de causalidade (MAC), em que cada critério isolado está diretamente relacionado com os outros.

3.2.6 Modelo de Wibowo (2013)

Wibowo (2013) afirmou que é fundamental para as organizações identificar os fatores que são mais importantes para avaliar sua cadeia de suprimentos. Neste sentido, o autor fez uma ampla revisão de literatura relacionada mostrando que o problema da avaliação de desempenho da cadeia de suprimentos sustentável pode ser formulado como um entrave na tomada de decisão *fuzzy* multiatributo. Quatro atributos mais importantes são identificados para avaliar o desempenho de cadeias de abastecimento “verdes” em uma organização, incluindo design (C1), fabricação (C2), compras (C3) e marketing (C4).

3.2.7 Modelo de Zhihong, Yan e He (2013)

Zhihong, Yan e He (2013) afirmaram que um modelo de avaliação para a cadeia de suprimentos sustentável deve ser capaz de refletir uma combinação de fatores quantitativos e qualitativos. Dessa forma, os autores propuseram um SMD composto por três camadas, em que a primeira reflete o grau “verde” com base no desempenho da cadeia de suprimentos; a segunda é a camada de avaliação, isto é, tem-se um grupo pequeno de atributos que serão avaliados: rentabilidade financeira, força de mercado, avaliação de serviço ao cliente, inovação e capacidade de aprendizagem e proteção ambiental; e a terceira é formada pelos índices de cada um dos atributos.

3.2.8 Modelo de Liu (2013)

Liu (2013) construiu um modelo de avaliação de desempenho para a GSCM voltado a empresas de fabricação em três aspectos principais, são eles: indicadores financeiros e operacionais, indicadores ambientais e um modelo de fabricação direcionado. Este modelo de fabricação direcionado tem como objetivo avaliar os indicadores financeiros, operacionais e ambientais em cada elo da cadeia de abastecimento na indústria de manufatura. Cada indicador ainda é composto por fatores menores, tanto qualitativos quanto quantitativos.

3.2.9 Modelo de Feng et al. (2013)

Feng et al. (2013) empregaram o método de metanálise para resumir os índices de avaliação de desempenho para a GSCM em artigos publicados nas principais revistas chinesas entre 2005-2012. Foram encontrados 8 índices de nível I e 112

índices de nível II. Após a combinação de índices semelhantes e remoção de índices de nível II mencionados em 15 artigos, os autores obtiveram 6 índices de nível I e 24 índices de nível II. Os seis índices de nível I são: inovação e desenvolvimento, compartilhamento de informações, desempenho ambiental, processo de negócio, serviço ao cliente e capacidade financeira. Entre os 24 índices de nível II estão à taxa de reutilização de recursos, benefício ambiental e a taxa de produção e marketing.

3.2.10 Modelo de Diabat, Khodaverdi e Olfat (2013)

Diabat, Khodaverdi e Olfat (2013) apresentaram um estudo sobre práticas e desempenhos do GSCM com base em uma revisão de literatura. Neste estudo deu-se destaque a sete práticas e cinco desempenhos dentro do GSCM. As práticas são: gestão ambiental interna, compras “verdes”, colaboração ambiental do cliente, retorno do investimento, logística reversa, projeto para o ambiente e colaboração ambiental do fornecedor. Os desempenhos são: desempenho ambiental, desempenho econômico positivo, desempenho econômico negativo, desempenho operacional e desempenhos intangíveis.

4 PROPOSTA

Com base na revisão de literatura, um novo modelo de medição de desempenho foi proposto com a finalidade de englobar o máximo possível de características dos modelos já existentes, com sete grupos, como pode ser visto na Figura 2.

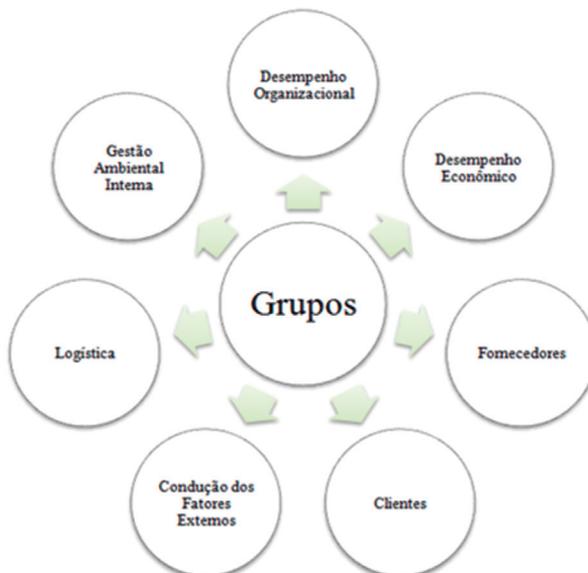


Figura 2. Grupos do modelo de medição de desempenho proposto.

Cada um dos grupos que compõem o modelo é constituído por atributos e por indicadores. Os grupos serão apresentados com cada uma de suas partes nas próximas subseções.

4.1 Desempenho organizacional

No grupo **desempenho organizacional**, têm-se atributos e indicadores voltados tanto para a preservação ambiental quanto para o próprio desempenho do negócio em questão. Os componentes desse grupo podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1. Componentes do grupo desempenho organizacional

Desempenho Organizacional	
Desempenho Ambiental	Desempenho Operacional
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de utilização de recursos e energia; • Taxa de redução de emissões; • Taxa de eliminação de resíduos; • Políticas e medidas ambientais; • Taxa de aprovação dos sistemas de gestão; • Relações com a comunidade e imagem da empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Market share</i>; • Capacidade de produção; • Satisfação média; • Taxa de vendas do novo produto; • Taxa de redução de sucata; • Promover a qualidade dos produtos; • Melhorar a utilização da capacidade instalada.
Processo de Negócio	Inovação
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de satisfação por pedido; • Taxa de produção e comercialização; • Ciclo total do pedido; • Reconhecimento do tempo de resposta; • Flexibilidade do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Frequência de desenvolvimento de novos produtos; • Taxa de sucesso dos novos produtos desenvolvidos; • Taxa de crescimento da saída de valor de novos produtos; • Taxa de produção de novos produtos; • Previsão de mercado; • Taxa de investimento em pesquisa científica; • Proporção de pesquisadores.

4.2 Desempenho econômico

Este grupo aborda atributos e indicadores que são importantes para a imagem “verde” da empresa e que também podem levar vantagem competitiva à organização. Tais elementos podem ser identificados na Tabela 2.

Tabela 2. Componentes do grupo desempenho econômico

Desempenho Econômico	
Rentabilidade Financeira	Desempenho Econômico Positivo
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de crescimento dos lucros; • Taxa de crescimento das vendas; • Taxa de retorno sobre o ativo total; • Taxa de retorno sobre o patrimônio líquido; • Giro dos ativos e passivos com relação ao volume de negócios total em ativos fixos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Taxa da redução de custo na compra de materiais; • Taxa de redução do custo de consumo de energia; • Diminuição da taxa de tratamento de resíduos; • Diminuição da taxa de descarga de resíduos; • Redução de multa para acidentes ambientais; • Custos relacionados a investimentos e compra de materiais ecológicos.
Desempenho Econômico Negativo	Recuperação do Investimento
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de aumento de investimento; • Taxa de aumento do custo operacional; • Aumento dos custos para a compra de materiais ecológicos; • Aumento do custo de treinamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação do investimento (venda) de excesso de estoques / materiais; • Taxa de venda de sucata e materiais utilizados; • Venda do excesso de bens de capital.

4.3 Fornecedores

Este grupo objetiva avaliar as atitudes dos fornecedores e se há a existência de parcerias entre eles e seus clientes para colaboração ambiental. Na Tabela 3 estão dispostos os itens desse grupo.

Tabela 3. Componentes do grupo fornecedores

Fornecedores	
Avaliação de Fornecedores Verdes	Colaboração ambiental do Fornecedor
<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade nos serviços; • Uso de novas tecnologias; • Nível de cooperação e atitudes sustentáveis; • Taxa de consumo “verde”; • Recursos e serviços de uso relacionado a recursos naturais, materiais tóxicos e geração de poluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Educação do fornecedor sobre questões ambientais; • Fornecedor de apoio aos compradores “verdes”; • Estabelecimento de programas comuns através de <i>joint ventures</i> de longo prazo para o desenvolvimento de inovações e soluções “verdes”.

4.4 Clientes

No grupo **clientes**, semelhante ao grupo **fornecedores**, tem-se uma avaliação da aceitação do cliente com relação aos produtos “verdes” e também se há a existência de colaboração entre fornecedor e cliente. Os atributos e indicadores desse grupo podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4. Componentes do grupo clientes

Clientes	
Avaliação de Atendimento ao Cliente	Colaboração Ambiental do Cliente
<ul style="list-style-type: none"> • Índice de satisfação do cliente; • Taxa de reclamações dos clientes; • Taxa de valor para o cliente; • Taxa de ocupação de mercado; • Índice de oferta; • Taxa do tempo de entrega; • Percentual de aceitação do produto; • Reconhecimento “verde”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperação com o cliente para o ecodesign; • Cooperação com os clientes para uma produção mais limpa; • Cooperação com os clientes para a embalagem “verde”; • Cooperação com os clientes para a utilização de menos energia durante o transporte do produto.

4.5 Condução dos fatores externos

Esse grupo está relacionado com a medição de fatores externos, como legislações que regulamentam taxas de emissões, por exemplo, e pressões das partes interessadas. Os componentes desse grupo estão organizados na Tabela 5.

Tabela 5. Componentes do grupo condução dos fatores externos

Condução dos Fatores Externos	
Regulamentos	Pressões dos Stakeholders
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de resíduos e emissões; • Nível de satisfação do cliente e comunidade; • Cumprimento de legislações ambientais e acordos internacionais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Processos estratégicos de coordenação com os fornecedores.

4.6 Logística

No grupo **logística**, mede-se desde a redução de taxas da utilização de recursos, taxas de reciclagem, reuso e remanufatura até taxas de compartilhamento de informações. Os itens desse grupo são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Componentes do grupo logística

Logística	
Logística “Verde”	Recuperação de Produtos e Produtos Reutilizados
<ul style="list-style-type: none"> • Atividades de gestão para conseguir a satisfação do cliente; • Metas de desenvolvimento social; • Taxa de utilização dos recursos de logística; • Atividades sociais para a gestão da logística “verde”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de triagem dos produtos reutilizáveis; • Instalação de sistema de recolha (reparo, remanufatura ou reciclagem).
Logística Reversa	Compartilhamento de Informações
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de reutilização; • Taxa de remanufatura; • Taxa de reciclagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de compartilhamento de informações; • Taxa de pontualidade na transferência de informações; • Taxa de utilização da informação.

4.7 Gestão ambiental interna

Este grupo mostra a importância de se avaliar desde a fase de desenvolvimento do produto, passando pela escolha do material, impactos ambientais que o produto pode causar, utilização de recursos, requisitos, normas e certificações

ambientais até a promoção do produto. Os componentes desse grupo estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7. Componentes do grupo gestão ambiental interna

Gestão Ambiental Interna	
Green Design	Fabricação "Verde"
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de redução e eliminação de impactos ambientais negativos; • Taxa de abstenção da utilização de substâncias tóxicas; • Taxa de aumento da capacidade de inovação e economia de energia; • Gestão dos riscos ambientais; • Segurança do produto; • Taxa de prevenção a poluição; • Taxa de conservação de recursos; • Gestão de resíduos; • Análise do ciclo de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de fabricação de produtos que geram menos resíduos e poluentes; • Quantidade de energia gasta; • Taxa de utilização de recursos.
Compras "Verdes"	Marketing "Verde"
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de fornecimento e compra de bens e serviços menos prejudiciais ao ambiente; • Imagem "verde"; • Competências e habilidades de gerenciamento "verdes"; • Requisitos ambientais associados ao projeto do produto; • Auditorias ambientais; • Certificação ISO 14000; • Taxa de utilização de materiais perigosos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promoção de produtos e serviços com características "verdes" e seguras ao ambiente; • Uso de tecnologia da informação e comunicação na educação dos consumidores sobre os benefícios "verdes".
Proteção Ambiental	
<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento às normas de proteção ao meio ambiente, bem como a ISO 14001; • Taxa de conservação e utilização de recursos; • Taxa de poluição ambiental; 	

Proteção Ambiental

- Taxa de reciclagem;
- Taxa do consumo de energia e impacto ambiental;
- Reputação ambiental;
- Taxa do consumo de água;
- Taxa da saída de valor da produção total das emissões de resíduos.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma proposta de modelo de medição de desempenho sustentável de acordo com os modelos estudados na revisão de literatura. O modelo proposto é composto por sete amplos grupos que ainda são divididos em atributos e indicadores. Dentre estes, há itens de medição tanto quantitativos quanto qualitativos. Assim, a partir da pesquisa realizada é possível identificar qual o desempenho das práticas sustentáveis que estão sendo utilizadas. A partir da proposta elaborada, espera-se, em trabalhos futuros, realizar a aplicação prática do modelo em casos reais, sendo assim possível avaliar comparativamente o modelo proposto com modelos reais de cadeias de suprimentos.

REFERÊNCIAS

- COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LIMA, H. R.; BARTH, K. B. **Sistema de indicadores para benchmarking na construção civil: Manual de Utilização**. Porto Alegre: NORIE/PPGEC/UFRGS, 2005.
- DIABAT, A.; KHODAVERDI, R.; OLFAT, L. An exploration of green supply chain practices and performances in an automotive industry. **The Int. J. of Adv. Manufacturing Technology**, v. 68, p. 949-961, 2013.
- FALATOONITOOSI, E.; LEMAN, Z.; SOROOSHIAN, S. Modeling for green supply chain evaluation. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2013, 2013.
- FENG, W.; SIFENG, L.; LIJUN, Y.; WEIZHAO, L.; ZHENG YANG, Y. Research on performance evaluation system for green supply chain management based on recycled economy: taking guangxi's manufacturing industry as example. In: IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services, GSIS, 2013. **Proceedings...** 2013, p. 527-532.
- FOLADORI, G. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Campinas: Editora Unicamp, 2001.
- KINGESKI, L. **Medição de desempenho na cadeia de suprimentos: um estudo descritivo em uma empresa automobilística**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005. 133 p.
- LIN, R. J. Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 32-39, 2013.

- LIU, N. Performance evaluation of green supply chain in manufacturing industry. In: IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, 2013. **Proceedings...** 2013, p. 100-103.
- OLOGU, E. U.; WONG, K. Y.; SHAHAROUN, A. M. Development of key performance measures for the automobile green supply chain. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, p. 567-57, 2011.
- PIRES, S. R. I. Gestão da cadeia de suprimentos e o modelo de consórcio modular. **Revista de administração – USP**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 5-15, 1998.
- TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócio focadas na realidade brasileira**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- THIOLLENT, M. **Metodologia Pesquisa-Ação**. São Paulo: Autores Associados, 1988.
- TSENG, M-L. CHIU, A. S. F. Evaluating firm's green supply chain management in linguistic preferences. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 22-31, 2013.
- WIBOWO, S. Fuzzy Multiattribute evaluation of green supply chain performance. In: IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2013, Melbourne. **Proceedings...** Melbourne, 2013, p. 290-295.
- XAVIER, S. S. **Medição de desempenho da cadeia de suprimentos: um estudo de caso em uma empresa fornecedora do setor elétrico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2008. 116 p.
- ZHENG, F. Practices and research on Green Supply Chain Management in China and abroad. In: International Conference on e-Product, e-Service and e-Entertainment (ICEEE), 2010. **Proceedings...** Henan, 2010, p. 1-4.
- ZHIHONG, W.; YAN, W.; HE, W. Performance evaluation indicator system and model construction of the green supply chain. In: International Conference on Intelligent System Design and Engineering Applications (ISDEA), 2013, Hong Kong. **Proceedings...** Hong Kong, 2013, p. 1042-1044.
- ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K.; Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. **Int. J. Production Economics**, v. 111, p. 261-273, 2008.

9

CAPÍTULO

REDES SOCIAIS NO ENSINO SUPERIOR: UMA VISÃO DA TEORIA CONTINGENCIAL

André Luís Mázaró¹

Rosilda Pinto Ciríaco Mázaró¹

Daniely Rodovalho Macedo¹

Michelly de Melo Alves¹

Adriana Santos Prado Sadoyama^{1, 2}

Geraldo Sadoyama^{1, 3}

1 Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

2 Unidade Acadêmica Especial de Educação, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

3 Unidade Acadêmica Especial de Biotecnologia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: andremazaro@hotmail.com, rosildaciriaco@hotmail.com, danyrmacedo@yahoo.com.br, michellymelo@hotmail.com, drisadoyama@gmail.com, gsadoyama@yahoo.com.br

Agradecimentos: Agradecemos a oportunidade de divulgação dos projetos de pesquisa do Mestrado Profissional em Gestão Organizacional da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, bem como às pessoas envolvidas no III SPGPI.

Resumo: A intenção deste artigo foi o levantamento dos trabalhos desenvolvidos e da discussão teórica que tratam das redes sociais e suas influências no Ensino Superior no Brasil, pautando nessas argumentações como as redes sociais se relacionam dentro das instituições de Ensino Superior. A metodologia utilizada para elaboração deste trabalho foi uma pesquisa bibliográfica por meio de um mapeamento dos trabalhos publicados na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD) e o Encontro de Estudos Organizacionais (EnEO) nas bases de artigos a partir de expressões-chave para o levantamento de todos os trabalhos desenvolvidos nos grupos de pesquisa no Brasil. Apesar da importância das redes sociais nas relações entre os indivíduos e suas organizações observou-se pouca utilização desta ferramenta em pesquisas educacionais no Brasil, concluindo que as influências das redes sociais na Educação Superior brasileira é um campo de pesquisa ainda em fase inicial.

Palavras-chave: Redes sociais. Redes de relacionamento. Ensino Superior.

Abstract: The intention of this article was a survey of the work performed and the theoretical discussion that deals with social networks and their influence on higher education in Brazil. Basing these arguments, how social networks are related within the higher education institutions. The methodology used for the preparation of this work was a literature search through a mapping of the published National Association of Graduate Studies and Research in Administration (ANPAD) and the Meeting of Organizational Studies (EnEO) in the article databases from the Key expressions for the lifting of all the work done in the research groups in Brazil. Despite the importance of social networks in the relations between individuals and their organizations there was little use of this tool in educational research in Brazil, concluding that the influence of social networks in Brazilian higher education is a field of research in the country still in the initial phase.

Keywords: Social networks. Social networks. Higher education.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo principal deste artigo é analisar parte da discussão teórica que trata das redes sociais e suas influências no Ensino Superior brasileiro. A partir desta abordagem, é preciso contextualizar o termo redes sociais e suas origens. Dentro da visão das ciências sociais, segundo Karl Polanyi (1957), as relações sociais vêm do conceito de incrustação, do inglês *embeddedness*. A nova sociologia econômica (NSE) retrata que a economia capitalista e os indivíduos estão inseridos nas *redes* de relações sociais. A abordagem para satisfação das necessi-

dades humanas tem como objetivo o indivíduo que procura elevar ao máximo os seus ganhos. Polanyi (1968, 1977, 2000) cita três formas de integração, sendo: reciprocidade, redistribuição e troca, este último com uma visão mercantilista (MACHADO, 2010).

Ao citar o indivíduo, resgatam-se as relações sociais, a cultura e o meio ambiente em que se está inserido. Segundo Lima (2013), a visão de cultura seria o conhecimento que inclui crenças, arte, moral, leis, costumes e todos os outros hábitos e aptidões adquiridos pelo homem enquanto membro de uma sociedade (LARAIA, 2001 apud LIMA 2013). A Teoria da Contingência Estrutural estabelece que a estrutura organizacional das organizações não é única, sendo influenciada por vários fatores, como estratégias da organização, tamanho, inovação e ambiente em que estão incluídas: o indivíduo inserido no meio com suas necessidades psicológicas e sociais (DONALDSON, 1996 apud CLEGG et al., 2007).

As práticas sociais regidas pela cultura direciona o comportamento dos indivíduos, definindo o comportamento das pessoas, frente aos ambientes pautados nas crenças e valores (VASCONCELOS-SILVA; BUENO, 2013). Segundo Hofstede (1991) os indivíduos se comportam em conformidade com padrões grupais (Lima, 2013).

A partir desta visão, percebemos e sistematizamos as tendências do tema abordado e o que levam à discussão sobre o assunto pelos pesquisadores sobre as redes sociais e a organização.

Ao fazermos o levantamento de todos os estudos feitos nas bases de dados dos trabalhos publicados na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD), Encontro de Estudos Organizacionais (EnEO) que envolveram redes sociais, percebemos que as discussões a respeito do tema na Educação Superior estão em fase inicial e seguiram a linha das redes de relacionamento. A revisão da literatura nos permitiu produzir alguns enfoques principais: a perspectiva conceitual sobre redes sociais e o envolvimento dos indivíduos com a organização e o relacionamento com as instituições de Ensino Superior.

Ao refletirmos sobre o sentido das redes sociais na Educação Superior equacionamos a ideia de que quando começamos um conceito de valores na educação, há que se ponderar sobre o processo para medi-la, bem como o destino a dar e as motivações que a justificam. Posto isto, falar de redes sociais no Ensino Superior implica sabermos o que se entende por redes sociais e como os indivíduos se relacionam em grupos. Nos vários estudos realizados, chama-se a atenção para o comportamento das pessoas em grupo e a práticas sociais.

1.1 Redes sociais

Em termos intuitivos, redes sociais são conjuntos de contatos que ligam vários atores (NELSON, 1984). Estes atores podem estar presentes no mesmo espa-

ço físico de uma organização acadêmica, em uma mesma cidade ou em localidades diferentes, porém constituírem suas redes através de encontros, elaborando convênios, intercâmbio de professores e alunos e demais métodos que possam colaborar com a troca e produção de conhecimento.

Para os teóricos de redes, seria a matéria principal da vida social: as redes concretas de relações sociais que, ao mesmo tempo, incorporam e transcendem organizações e instituições convencionais (MIZRUCHI, 2006). Este é o ponto para se encontrar nos artigos: essa transcendência das redes nas organizações para estabelecimento de relações sociais.

A presença de relações sociais com objetivos organizacionais, ou seja, intenções de melhorar uma organização com aquisição de conhecimento através do compartilhamento de métodos de ensino e pesquisa ou parcerias entre seus docentes e os docentes de outras Instituições de Ensino Superior (IES), mostra a mudança das relações de poder entre elas, pois, para atingirem um objetivo comum, estas se unem em prol da ampliação dos seus conhecimentos, utilizando a premissa de que o conhecimento é poder. Um exemplo histórico claro dessa interação entre IES é a necessidade brasileira de professores em administração serem treinados no exterior para o estabelecimento e o fortalecimento do currículo dos cursos no país. A maioria dos docentes em administração é treinada no exterior e obteve graus acadêmicos em universidades americanas (BERTERO; KEINERT, 1994).

As estruturas de redes podem ser classificadas como densas ou escassas; estáveis ou não; centralizadas ou descentralizadas; ligadas ou desligadas. Ligações entre atores podem ser classificadas em relação a atributos individuais, como necessidade ou simetria conforme Nelson (1984). As redes sociais podem ser analisadas e classificadas de diversas formas. Além do seu conteúdo, as redes podem ser identificadas de acordo com suas propriedades estruturais ou com a natureza dos contatos individuais.

O conceito e a ideia de que a diversidade de relações sociais traz ganhos foi desenvolvida desde o terceiro quartil do século passado. Granovetter (1985) reflete que as alianças entre indivíduos poderiam trazer vantagens para compartilhamento de recursos. Para compreender as redes interorganizações é fundamental que se possa entendê-las de forma sistemática com a conceituação de “nós e elos”. “Nós” são definidos como pontos da rede, enquanto “elos” são as ligações que existem entre os nós, por exemplo, nós sendo os indivíduos ou grupos e elos as relações que existem entre eles (GRANOVETTER, 1985 apud CUNHA et al., 2010).

Ainda segundo os autores Cunha et al. (2010), as ligações entre os nós podem variar em duas dimensões: a primeira em que relações que podem ser estabelecidas com organizações do mesmo setor, e a segunda em que as ligações podem ser mais resistentes do que outras. Essas ligações podem ser definidas como dois

tipos: as ligações fortes, que são feitas por maior proximidade e as ligações fracas, que não apresentam tanta proximidade.

Essas análises de como são os relacionamentos dos atores dentro das redes sociais é que nos trazem o interesse da pesquisa: quais circunstâncias levam pessoas com diferentes objetivos, até então, a se unirem em prol de uma relação que favoreça a ambos? Existe também a necessidade de compreender a estrutura das organizações das IES, assim Nelson (1984) diz que “(...) a estrutura organizacional [é] definida como redes múltiplas de comportamentos interligados”. Dito isso, vê-se a necessidade de fundamentar a estrutura organizacional das IES no Brasil conforme o cenário descrito nos textos encontrados.

1.2 Teoria da Contingência Estrutural

As IES se configuram como organizações, sejam elas de origem econômica privada ou pública. Partindo deste princípio, podemos verificar a aplicação da Teoria da Contingência Estrutural, pois ela tem fornecido um paradigma coerente para a análise da estrutura das organizações (DONALDSON, 2007) que, no artigo, se aplica favoravelmente a relações sociais dentro do ambiente organizacional. O conjunto recorrente de relacionamentos entre os membros da organização pode ser considerado como sendo a estrutura da organização (DONALDSON, 2007). Estes relacionamentos não se restringem apenas aos atores sociais que estão dentro da organização, mas também às suas hierarquias, que estão acontecendo durante todo o tempo.

Dentro do contexto dos relacionamentos, Silva e Cunha (2012) explica que as transições humanas são experiências carregadas de emoções, desafios, perdas e oportunidades. Muitas das vezes essas características são ignoradas ou minimizadas por gerentes e outros membros dentro de uma organização; a realidade é que elas afetam o desempenho e funcionamento das organizações e as relações entre os indivíduos e equipe.

Mesmo essas relações dentro das organizações sendo mistas entre os diversos níveis de poder existentes na hierarquia, existe a necessidade de implantar estruturas em formato de regras, que vão organizar a estrutura da organização. Este modelo estrutural deve ser originário de cada organização, não sendo oportuno importar modelos de outras organizações.

Estudos relativos à criação de processos de conhecimento e aprendizagem dentro das organizações é sempre uma necessidade, pois tais trabalhos procuram entender o modo de como esses processos podem ser influenciados, bem como compreender a relação de aprendizagem individual e aprendizagem organizacional, os papéis dos líderes e as relações entre a equipe influenciam os processos. As universidades têm estabelecido estudos em grupos de pesquisas que têm sido considerados

bastante viáveis para compreender os motivos pelos quais os pesquisadores colaboram entre si e o papel dessa colaboração na qualidade e na quantidade de publicações, bem como na formação de grupos sociais (ODELIUS et al., 2010).

Há diversos fatores contingenciais: estratégia, tamanho, incerteza com relação às tarefas e tecnologia. Essas características organizacionais, por sua vez refletem a influência do ambiente em que a organização está inserida (DONALDSON, 2007). Reforçando que mudanças de cenário referente às organizações de Ensino Superior existentes no país impulsionaram o surgimento das relações sociais.

Contrapõe-se a isso o estudo da sociologia estrutural, que traz uma abordagem sobre estruturas sociais, restrições e oportunidades que são vistas como afetando mais o comportamento humano do que as normas culturais ou outras condições subjetivas (MIZRUCHI, 2006), o que revela a necessidade de entendimento do posicionamento da IES na rede de relações sociais entre as demais que façam parte do mesmo cenário.

1.3 Organizações de Ensino Superior

No contexto brasileiro, as IES públicas ou privadas garantem a prestação dos serviços educacionais com qualidade, em busca do crescimento social, político e econômico da comunidade em que estão inseridas (MÁZARO et al., 2014).

A questão das IES mostra uma dicotomia de objetivos, sendo estas responsáveis pela formação de cidadão através do ensino e, em algumas instituições, com foco na pesquisa. Por meio de um olhar para a sociedade em geral, identifica-se a necessidade da melhoria das condições de vida da população, e como os melhores posicionamentos sociais surgem a partir do momento em que o indivíduo tem qualificação para o trabalho, a carreira de docente no Ensino Superior tem ganhado visibilidade no mercado de trabalho. Porém, há a necessidade destes docentes serem qualificados para incentivarem a pesquisa em suas instituições com a contribuição dos alunos, conforme Rowe, Bastos e Pinho (2010). Essa categoria tem vivenciado um crescimento vertiginoso nos últimos anos pela expansão do Ensino Superior no Brasil, que tem uma das maiores redes de educação superior em termos mundiais: a maior da América do Sul e a sétima do mundo, enquanto os Estados Unidos são a vigésima (ROWE; BASTOS; PINHO, 2010).

O governo federal tem criado programas de incentivo para as universidades, com o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) instituído pelo Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007, complementado as ações do Plano de Desenvolvimento da Educação, incentivando o Ensino Superior, bem como também facilitando o acesso da população aos cursos superiores por meio de programas de bolsas (Programa Universidade para Todos – ProUni – e Sistema de Seleção Unificada – Sisu), financiamento estudan-

til (Fies), sistema de cotas e convênios com IES fora do país para estudantes de graduação e pós-graduação, no intuito de melhorar a qualidade do ensino com avaliações institucionais (Enade) e pesquisa no país.

É neste momento que se observa um movimento de fortalecimento das redes sociais entre as IES, vendo a necessidade por meio dos incentivos governamentais de terem produções científicas de qualidade, inovadoras e que acrescentem à sociedade em que estão inseridas, operando mudanças na realidade local. O campo da pesquisa em Administração no Brasil apresentou forte crescimento nos últimos anos (ROSSONI; GUARIDO FILHO, 2009).

Evidências do aumento da cooperação entre pesquisadores e programas de pós-graduação no âmbito da produção científica têm favorecido a compreensão da construção do conhecimento científico não como empreendimento individual, mas imerso em redes de relacionamentos (ROSSONI; GUARIDO FILHO, 2009).

De acordo com Heinzmann, Machado e Ropelato (2010), que trazem, em sua pesquisa realizada no período de 1998 a 2009 na Anpad, “com base nesses resultados, infere-se que a produção científica nacional na área de cultura organizacional é produzida por grupos de pesquisa formada por pesquisadores de diferentes instituições”. Viu-se que, apesar das redes entre os autores serem fracas, as existentes entre as instituições são mais fortes. Isto permite que instituições de diferentes regiões do Brasil tenham acesso à produção de artigos científicos que explorem essa temática e contribuam para eles.

Com isso, as instituições reforçam suas redes de relacionamento e não há necessidade de que sejam do mesmo segmento, podendo ocorrer parcerias público-privadas ou mesmo com instituições internacionais, com um grupo com vários pesquisadores de diferentes instituições, mas que estejam envolvidos em um mesmo projeto de pesquisa, que no final engrandecerá ambas as IES envolvidas. Segundo Honório e Sá (2010), durante a análise de dados, pôde-se ver como essas interações sociais no ambiente de trabalho influem na aprendizagem de conhecimento, ideias, pensamentos e interpretações, o que traz benefícios não somente para os profissionais, mas também para as pessoas e, principalmente, para as organizações, visto que a aprendizagem se torna imprescindível para que elas possam atingir, manter e aumentar a sua efetividade e competitividade em seu campo de atuação.

Desta maneira, evidencia-se o crescimento das instituições enquanto produtoras de conhecimento, enquanto ocorre a melhora na qualidade da oferta do ensino e pesquisa para seus alunos, garantindo a visibilidade de mercado na divulgação destes convênios com outras IES de tradição ou mesmo instituições de ensino internacionais, fortalecendo a rede social e ampliando-a com a participação, em diferentes níveis de atuação e contribuição para essa rede, dos acadêmicos participantes de programas entre IES.

2 MÉTODO

Para a elaboração desse trabalho, foi utilizado o método proposto por Montero e Leon (2007) para o mapeamento de pesquisas. Este mapeamento considera a busca de estudos cadastrados em bases de dados que contém quantidade de publicações e que possibilitam o uso de expressões lógicas para a seleção dos artigos. No presente trabalho, utilizamos o método para a seleção dos artigos a partir de expressões-chave.

Segundo Araújo (2006), a bibliometria é a utilização de métodos e técnicas que envolvem a quantificação e a estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico. Neste artigo, busca-se aplicar a lei clássica de Zipf, uma técnica bibliométrica que busca quantificar o número de vezes e a frequência do uso das palavras nos textos pesquisados. A quantidade de vezes que estas palavras aparecem no texto indica o assunto do documento, sendo que o foco da pesquisa é redes sociais.

Assim, a base de dados consideradas nesse estudo foi a Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD) dentro dos Encontros de Estudos Organizacionais (EnEO), destacando que foram analisados somente artigos. As expressões lógicas empregadas foram: “redes sociais”, “redes de relacionamento”, “Ensino Superior” e “redes sociais no Ensino Superior”.

Após a coleta, com foco nos artigos da EnEO, foi efetuada uma análise dos títulos, palavras-chave e resumos, de modo a extrair os assuntos discutidos e se os trabalhos publicados se relacionavam diretamente ao tema em estudo, sendo a revisão da bibliografia desenvolvida a partir do número final de estudos obtidos. Após a leitura dos pontos elencados, a coleta foi transferida para uma planilha Microsoft Excel que envolveu os seguintes dados: (a) título do artigo; (b) nome dos autores; (c) número do periódico; (d) enfoque – redes sociais, redes de relacionamento e Ensino Superior. Extraíram-se os assuntos levantados de cada artigo, sendo que alguns tiveram sua leitura aprofundada para a introdução e referencial teórico para identificação. Os dados pesquisados foram transcritos para as tabelas que serão apresentadas nos resultados.

A pesquisa limitou-se aos anos de 2010 a 2012 na busca dos artigos que tinham como título a expressão *redes sociais*, de modo especial *no Ensino Superior*, em que os critérios utilizados eram as redes sociais aplicadas a educação, valores culturais, reciprocidade, redistribuição e troca mercantil, com foco nos grupos sociais de Ensino Superior.

3 RESULTADOS

Os resultados do mapeamento foram obtidos a partir da leitura dos resumos dos artigos selecionados, que totalizaram 35 trabalhos. A Tabela 1 apresenta um tópico principal para o agrupamento dos resultados obtidos: redes sociais.

Tabela 1. Redes sociais

ANPAD – EnEO	ANOS		
	Assunto	2010	2012
	Dimensão cultural de uma organização (IES)	1	
	Empreendedorismo feminino IES	1	
	Cultura organizacional nas IES	1	
	Relação de comunicação e tomada de decisão	1	
	Redes de negócios	1	
	Redes de supermercado	1	
	Construção de identidades de culturais de destinos turísticos	1	
	<i>Stakeholders</i> no setor eletroeletrônico	1	
	Categorização das redes	1	
	Rede horizontal, compartilhamento de informação e conhecimento	1	
	Comunicação organizacional de gestão de obras	1	
	Gestão social	1	
	Políticas públicas culturais	1	
	Participação política e o uso político da TIC	1	
	Processo de aprendizagem em grupos de trabalho	1	
	Serviços financeiros, cooperativa crédito rural		1
	Narrativas de aprendizagem		1
	Formas organizacionais		1
	Gestão do Conselho Alimentar		1
	Relacionamento com o mercado Wall Stret		1
	Aposentadoria de executivos		1
	Crimes corporativos		1
	Associação dos produtores de vinho		1
	Governança em redes		1
	Rede organização não governamental		1
	Total	15	10

Fonte: ANPAD, 2015.

Na Tabela 1, para o ano de 2010, evidenciam-se os assuntos que possuem elo com as redes sociais: Dimensão cultural de uma organização (IES); Empreendedorismo feminino IES; Cultura organizacional nas IES; Relação de comunicação e tomada de decisão; Redes de negócios; Redes de supermercado; Construção de identidades culturais de destinos turísticos; *Stakeholders* no setor eletroeletrônico-

co; Categorização das redes; Rede horizontal, compartilhamento de informação e conhecimento; Comunicação organizacional de gestão de obras; Gestão social; Políticas públicas culturais; Participação política e o uso político da TIC; e Processo de aprendizagem em grupos de trabalho. Cada um destes assuntos possui um artigo, totalizando assim 15 trabalhos.

Para as pesquisas do ano 2012 os seguintes assuntos foram escolhidos: Serviços financeiros, Cooperativa crédito rural; Narrativas de aprendizagem; Formas organizacionais; Gestão do Conselho Alimentar; Relacionamento com o mercado Wall Street; Aposentadoria de executivos; Crimes corporativos; Associação dos produtores de vinho; Governança em redes; Rede organização não governamental, com 1 artigo para cada assunto, totalizando 10. A Tabela 2 apresenta o mapeamento, com o resultado de 10 artigos que apresentam os resultados obtidos para redes de relacionamento.

Tabela 2. Redes de relacionamento

ANPAD – EnEO	ANOS	
	2010	2012
Assunto		
Empresa familiar	1	1
Identidade organizacional nos processos de fusões e aquisições de empresas	1	
Operação de redes imobiliárias	1	
História intelectual nos estudos organizacionais	1	
Relações humanas na gestão do setor hoteleiro	1	
Gênero masculino na empresa petroquímica	1	
Benefícios de redes		1
Empresa multinacional brasileira		1
Carreira de bancário		1
Total	6	4

Fonte: ANPAD, 2015.

Em relação aos resultados obtidos sobre redes de relacionamento na Tabela 2, foram selecionados 10 artigos no total, sendo que em 2010 foram 6, com os seguintes assuntos: Empresa familiar; Identidade organizacional nos processos de fusões e aquisições de empresas; Operação de redes imobiliárias; História intelectual nos estudos organizacionais; Relações humanas na gestão do setor hoteleiro; e Gênero masculino na empresa petroquímica, com 1 artigo para cada uma destas palavras-chave. Em 2012, foram selecionados 4 artigos, sendo que os assuntos encontrados foram: Empresa familiar; Benefícios de redes; Empresa multinacional brasileira; e Carreira de bancário. Pode-se observar a repetição do assunto

Empresa familiar. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos em 28 artigos: Ensino Superior.

Tabela 3. Ensino Superior

ANPAD – EnEO	ANOS	
	2010	2012
Assunto		
Relacionamento com <i>stakeholders</i>	1	
Comprometimento organizacional	2	
Processo de gestão focado em planejamento e orçamento	1	
Ato de consumir, consumir consciente	1	
Redes de pesquisa	1	
Vivência cotidiana	1	
Perfil da mulher nas cooperativas de Monte Carmelo-MG	1	
Comunicação para o uso da energia elétrica	1	
Relações em uma organização familiar	1	
Feminismos nos estudos organizacionais	1	
Gestão de pessoas	1	
Aprendizagem organizacional	1	
Processos de institucionalização e formação de administradores	1	
Narrativas de aprendizagem		1
Processo de afastamento no trabalho		1
Meditações funcionalistas		1
Líder universitário: relações interpessoais		1
Processo de formação de gestores		1
Cultura organizacional e poder em Foucault		1
Aprendizagem tradicional e aprendizagem situada em organizações		1
Envelhecimento populacional		2
Comprometimento organizacional em empresa júnior		1
Contradições na política científica e tecnológica		1
Carreira de bancário		1
Reivindicações sociais pela luta de classe		1
Sentidos e significados do trabalho		1
Total	14	14

Com a palavra-chave “Ensino Superior”, os resultados em 2010 foram: Relacionamento com *stakeholders*; Processo de gestão focado em planejamento e orçamento; Ato de consumir, consumir consciente; Redes de pesquisa; Vivência cotidiana; Perfil da mulher nas cooperativas de Monte Carmelo-MG; Comunicação para o uso da energia elétrica; Relações em uma organização familiar; Feminismos nos estudos organizacionais; Gestão de pessoas; Aprendizagem organizacional; e Processos de institucionalização e formação de administradores com 1 artigo, e Comprometimento organizacional com 2 artigos, totalizando assim 14 trabalhos. No ano de 2012, os assuntos selecionados foram: Narrativas de aprendizagem; Processo de afastamento no trabalho; Meditações funcionalistas; Líder universitário: relações interpessoais; Processo de formação de gestores; Cultura organizacional e poder em Foucault; Aprendizagem tradicional e aprendizagem situada em organizações; Comprometimento organizacional em empresa júnior; Contradições na política científica e tecnológica; Carreira de bancário; Reivindicações sociais pela luta de classe; e Sentidos e significados do trabalho com 1 artigo cada, e Envelhecimento populacional com 2 artigos encontrados, totalizando 14 artigos.

Os artigos que não apresentaram elos com as redes sociais no Ensino Superior foram excluídos do mapeamento, sendo os assuntos no ano de 2010 para o termo “redes sociais”: Comunicação organizacional de gestão de obras; Gestão social; Políticas públicas culturais; Participação política e o uso político da TIC; e Processo de aprendizagem em grupos de trabalho, totalizando 5 trabalhos. Para a expressão “redes de relacionamento” no ano de 2010, foram excluídos os artigos com os assuntos: Empresa familiar; História intelectual nos estudos organizacionais; Relações humanas na gestão do setor hoteleiro; e Gênero masculino na empresa petroquímica. No ano de 2012, o assunto Empresa familiar se repete, seguido de Carreira de bancário, totalizando 2 artigos excluídos.

Com a expressão “Ensino Superior”, os artigos de exclusão foram os que abordavam os assuntos: Processo de afastamento no trabalho; Meditações funcionalistas; Cultura organizacional e poder em Foucault; Aprendizagem tradicional e aprendizagem situada em organizações; Envelhecimento dos assistentes sociais; Carreira de bancário; e Sentidos e significados do trabalho, totalizando 7 artigos

Entre os artigos que abordam redes sociais com enfoque no Ensino Superior, observou-se que poucos trataram das especificidades das relações sociais das universidades, centros e faculdades. Pode-se ressaltar que falar de redes sociais na educação é complexo, pois vai além de só avaliar os grupos sociais, incluindo também mensurar os processos sociais e individuais de uma IES.

As redes sociais de instituições de Ensino Superior podem ser mensuradas pela taxa de sucesso organizacional? Essa pergunta deve ser respondida a partir dos dados deste trabalho de revisão. Ao levantarmos estas informações, elenca-

mos questões bem específicas sobre o provável conceito de redes sociais no Ensino Superior. O resultado encontrado segue um parâmetro bastante específico.

Podemos perceber, na leitura dos títulos juntamente com os resumos, a seguinte situação: na base de dados da ANPAD/EnEO, dos 61 trabalhos analisados, 4 artigos foram publicados por 1 autor; 27 artigos por 2 autores; 17 artigos por 3 autores; 8 artigos por 4 autores; 3 artigos por 5 autores e 2 artigos por 6 autores. Somente 3 artigos tratavam diretamente das redes sociais no Ensino Superior. Ao citar a quantidade de publicações por autores, percebe-se que, quando o número de autores por publicação é maior, acontecem as redes sociais, bem como o relacionamento entre as IES. Porém, pode-se dizer que o assunto é pouco explorado na literatura brasileira.

4 CONCLUSÃO

Avaliando e analisando todos os trabalhos sobre redes sociais na Educação Superior, percebemos a necessidade epistemológica de estudos voltados para esta organização educacional sob a ótica de uma política de funcionamento do processo educativo do ensino aliado à gestão da organização deste. Afirmamos que esta revisão de literatura nos permitiu verificar a necessidade de avaliar, mensurar e disseminar no âmbito educacional as redes sociais no Ensino Superior.

Este trabalho se propôs a analisar teoricamente a redes sociais e suas influências no Ensino Superior em todos os seus aspectos culturais e valores dos grupos sociais, bem como os seus relacionamentos. Durante os estudos, pôde-se perceber uma preocupação com as redes sociais em detrimento das especificidades dos processos educativos nas pesquisas mapeadas.

Quanto à sua relevância aos estudos organizacionais, conforme dito por Rese et al. (2010): “(...) as organizações bem como a estratégia (o fenômeno organizacional em estudo) são vistas também como socialmente construídas, legítimas e institucionalizadas a partir das interações e práticas sociais” entre os grupos de IES e seu corpo docente e alunos, aos quais se aplicou o estudo.

A metodologia utilizada foi a de mapeamento de pesquisas proposta por Montero e Leon (2007), o que nos permitiu compreender como a organização educacional se posiciona em relação a redes sociais, redes de relacionamento e Ensino Superior. O recorte da pesquisa esteve na busca dos artigos que apresentassem em seus títulos a palavra redes sociais para que posteriormente fossem analisados os resumos e o estreitamento com os grupos sociais. As expressões empregadas para alcançar o objetivo da pesquisa foram “redes sociais”; “redes de relacionamento”; e “redes sociais no Ensino Superior”, selecionando, desta forma, trabalhos que estivessem diretamente voltados ao mapeamento. Este mapeamento nos oportunizou refletir sobre a importância de desenvolvimento

de pesquisas voltadas a outras questões pertinentes às instituições educacionais. Dentre eles, podemos destacar o artigo desenvolvido por Heinzmann, Machado e Ropelato (2010) que traz um recorte do relacionamento das Instituições Superiores, porém limitado ao aspecto cultural.

A crítica é estabelecida quando os elos de relacionamento acontecem prioritariamente com as instituições e não com os indivíduos, como citado por Heinzmann, Machado e Ropelato (2010). Ela é ratificada com os dados quantitativos, quando o relacionamento entre as publicações levantadas por número de autores, em que conseguimos identificar somente dois autores que tiveram parcerias em outras publicações, sendo Cristina Amélia Carvalho nos anos de 2010 e 2012 e Patrícia Augusta Pospichil Chaves Locatelli no ano de 2012, ambas com duas publicações. Portanto, deve ser considerada a ampliação do estudo sobre redes sociais no Ensino Superior nas futuras pesquisas como forma de asseverar a credibilidade na análise dos indicadores da qualidade relacionados ao Ensino Superior, que tanto contribuem com o desenvolvimento das IES e dos indivíduos relacionados ao ambiente competitivo atualmente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Revista Em Questão*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan/jun. 2006.

BERTERO, C. O.; KEINERT, T. M. M. A evolução da análise organizacional no Brasil (1961-93). *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 81-90, maio/jun. 1994.

CUNHA, J. A. C.; PASSADOR, J. L.; PASSADOR, C. S. Categorizações e recomendações para a pesquisa sobre redes inter-organizacionais. In: VI Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD, 2010, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: EnEO, 2010.

DONALDSON, L. Teoria da Contingência Estrutural. In: CLEGG, S.; HARDY, C.; NORDY, W.; CALDAS, M.; FACHIN, R.; FISCHER, T. (Org.) *Handbook de estudos organizacionais*. São Paulo: Atlas, 2007.

HEINZMANN, L. M.; MACHADO, D. D. P. N.; ROPELATO, M. Cultura organizacional: redes formadas na literatura nacional. In: VI Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD, 6, 2010, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: EnEO, 2010.

HOFSTEDE, G. *Cultures and organizations: software of the mind*. Nova York: McGraw-Hill, 1991.

HONÓRIO, J. B.; SÁ, M. A. D. Aprendizagem organizacional: É relacionando-se que se aprende! In: VI Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD, 2010, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: EnEO, 2010.

LIMA, D. M. C. **A cultura organizacional do Tribunal de Justiça do Estado da Bahia: uma abordagem baseada nas contribuições de autores do pensamento social brasileiro.** Tese (Doutorado em Administração) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2013. 164 p.

MACHADO, N. M. C. Karl Polanyi e a nova sociologia econômica: Notas sobre o conceito de *(dis)embeddedness*, **Revista Crítica de Ciências Sociais**, v. 90, 2010.

MASCARENHAS, A. O. Etnografia e cultura organizacional: uma contribuição da antropologia à administração de empresas. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 42, n. 2, p.88-94, 2002. Acesso em: 21 abr. 2015.

MÁZARO, A. L.; LEAL, G. S.; ROSALEM, V.; SADOYAMA, A. S. P. Percepção da qualidade de serviços educacionais em instituição de ensino superior privada em Catalão, GO. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, 2014.

MIZRUCHI, M. S. Análise de redes sociais: avanços recentes e controvérsias atuais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 46, n. 3, jul./set. 2006.

MONTERO, I.; LEÓN, O. G. A guide for naming research studies in Psychology. **International Journal of Clinical and Health Psychology**, v. 7, n. 3, p. 847-862, 2007.

NELSON, R. O uso da análise de redes sociais no estudo das estruturas organizacionais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 150-157, out/dez. 1984.

ODELIUS, C. C.; ABBAD, G. S.; RESENDE JUNIOR, P. C.; SENA, A. C.; SANTOS, T. C. N.; FREITAS, T. L. Processos de aprendizagem, competências aprendidas, funcionamento, compartilhamento e armazenagem de conhecimentos em grupos de pesquisa. In: VI Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD, 2010, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: EnEO, 2010.

RESE, N.; MONTENEGRO, L. M.; BULGACOV, S.; BULGACOV, Y. L. M. A análise de narrativas como metodologia possível para os estudos organizacionais sob a perspectiva da estratégia como prática: “Uma estória baseada em fatos reais”. In: VI Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD, 2010, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: EnEO, 2010.

ROSSONI, L.; GUARIDO FILHO, E. R. Cooperação entre programas de pós-graduação em Administração no Brasil: evidências estruturais em quatro áreas temáticas. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 13, n. 3, p. 366-390, 2009.

ROWE, D. E. O.; BASTOS, A. V. B.; PINHO, A. P. M. O comprometimento organizacional e o esforço institucional de docentes do ensino superior: explorando o impacto das diferentes bases do comprometimento. In: VI Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD, 2010, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: EnEO, 2010.

SILVA, F. M. V.; CUNHA, C. J. C. A. Tornar-se líder universitário: o significado das relações interpessoais. In: VII Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD, 2012, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: EnEO, 2012.

VASCONCELOS-SILVA, A.; BUENO, M. (Org.) **Concepções contemporâneas sobre organização e trabalho.** Goiânia: DEPECAC-UFG/FUNAPE, 2013.

Parte II

10

CAPÍTULO

COLIFORMES TERMOTOLERANTES EM ÁGUAS PLUVIAIS RECEBIDAS PELO RIBEIRÃO PIRAPITINGA NO MUNICÍPIO DE CATALÃO-GO

Anderson Penna Oliveira¹

Daiane Evelin dos Santos Assunção²

Marcus Vinícius de Oliveira Fernandes³

Jupyracyara J. C. Barros¹

1 Unidade Acadêmica Especial Biotecnologia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

2 Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Brasil.

3 Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SEMMAC, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: a.penna.oliveira@gmail.com

Agradecimentos: Ao Laboratório de Bioquímica e Microbiologia do Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão (LABIM/IBIOTEC/UFG-RC), e à Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Catalão (SEMMAC).

Resumo: O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade populacional de coliformes termotolerantes em águas pluviais direcionadas ao Ribeirão Pirapitinga na área central de Catalão-GO. Foram demarcados, propositalmente, 5 pontos com suspeitas de ligações clandestinas com esgoto da cidade. De cada ponto, foram recolhidas 4 amostras, perfazendo um total de 20 amostras. Para os ensaios laboratoriais, adotou-se a técnica do Número Mais Provável (NMP) constituída das etapas presuntiva e confirmativa. Posterior ao teste confirmativo, o resultado foi anotado e expresso em NMP de coliformes termotolerantes por 100 mililitro da amostra ($\text{NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$). A comparação dos dados médios obtidos nessa pesquisa àqueles preconizados pela Resolução 357 do CONAMA demonstrou que 100% (20/20) das amostras apresentaram desacordo quanto às Classes 1, 2 e 3. Em contrapartida, quando as amostras foram avaliadas individualmente quanto ao mesmo padrão microbiológico, foi evidenciada a conformidade de 20% à Classe 2 e 25% para a Classe 3. O elevado número de coliformes termotolerantes nas águas pluviais, provavelmente, está associado às ligações clandestinas com efluentes da cidade. Assim, é essencial a melhoria do programa de manejo de águas pluviais urbanas no município de Catalão-GO.

Palavras-chave: Águas pluviais. Coliformes termotolerantes. Monitoramento ambiental. Qualidade microbiológica.

Abstract: The objective was to evaluate the population density of thermotolerant coliforms in rainwater directed to Ribeirão Pirapitinga in downtown of Catalão-GO. Five points (P1, P2, P3, P4, P5) were marked purposely with suspected illegal connections with city sewage. Four samples were collected of each point, for a total of 20. For the laboratory tests, we adopted the Most Probable Number technique (MPN) composed of presumptive and confirmative stages. After the confirmatory test the result was noted and expressed in MPN of thermotolerant coliforms per 100 ml of the sample ($\text{NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$). The comparison of average data obtained in this research to those recommended by Resolution 357 of CONAMA showed that 100% (20/20) of the samples were in disagreement as Class 1, 2 and 3. However, when samples were evaluated individually at the same microbiological standard, it was possible to demonstrate conformance of 20% (4/20) for Class 2 and 25% (5/20) for Class 3. The elevated number of thermotolerant coliforms in rainwater probably been associated to illegal connections with city wastewater. Thus it is essential to improve the urban stormwater management program in Catalão-GO.

Keywords: Pluvial water. Fecal coliforms. Environmental monitoring. Microbiological quality.

1 INTRODUÇÃO

O interesse mundial na qualidade da água provém da associação documentada entre água contaminada e doenças diarréicas. A contaminação da água está associada a fatores como economia e localização geográfica (REIFF et al., 1996; RAUCHER, 1996). Esta água pode servir como um meio para disseminar doenças causadas por micro-organismos tais como o *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* e *Cryptosporidium* sp.. A contaminação fecal combinada com a falta de tratamento hídrico adequado têm sido culpadas por muitas epidemias (BRIDGMAN et al., 1995).

Os efluentes domésticos, no que se refere à legitimidade, devem ser drenados pelo sistema coletor de esgotos. Todavia, é frequente o descaso na manutenção dessas estruturas, que muitas vezes se encontram, de modo clandestino, conectadas às galerias pluviais. Cardonha et al. (2004) explicam que o uso indevido das galerias pluviais leva ao acréscimo de contaminantes a serem descartados no ambiente. Tal fato pode levar ao comprometimento sanitário dos recursos hídricos, desencadeando uma série de problemas de ordem pública (SCHAZMANN, 2008).

De fato, as galerias pluviais podem ser consideradas importantes veiculadores de resíduos orgânicos, com destaque para bactérias do grupo coliformes termotolerantes (CT). Estes são capazes de fermentar a lactose a 44 – 45 °C. A definição inclui algumas enterobactérias presentes nos gêneros *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Escherichia* (SILVA; JUNQUEIRA, 1995). A ocorrência desses CT em amostras de água não confirma patologias, entretanto pode ser um indício de contaminação fecal (GRANZIERA, 2001). Um dos métodos convencionais para a detecção de contaminação microbiana de água se baseia em diagnóstico de β -galactosidase (utilizando orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo), que é complicado, caro e muitas vezes com o erro pessoal em rotina (THARANNUM et al., 2009). Outro método de monitorar as condições sanitárias hídricas é através da análise presencial de micro-organismos do grupo CT, por meio de testes microbiológicos com ênfase em enumeração de bactérias. Esse último apresenta baixo custo.

Para o descarte de águas pluviais, é importante que a amostra apresente contaminantes inferiores àqueles registrados no corpo hídrico receptor. Sob o ponto de vista microbiológico, por exemplo, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA – em sua Resolução nº 357/2005 estabelece que a incidência de CT em níveis iguais ou menores a $2,0 \times 10^2$, $1,0 \times 10^3$, e $2,5 \times 10^3$ permite classificar o corpo receptor em Classe 1, 2 e 3, nessa ordem (BRASIL, 2015). A Classe 1 é destinada ao consumo humano, proteção de organismos aquáticos, natação/mergulho e irrigação de alimentos, geralmente, ingeridos *in natura*. A Classe 2 envolve os critérios estabelecidos para a Classe 1 acrescidos da aquicultura e atividade de pesca. Também destinada para consumo após devido tratamento, a Classe 3 é

comumente utilizada para irrigações arbóreas, cerealíferas e forrageiras, navegação e dessedentação de animais.

O funcionamento adequado do sistema de drenagem exige uma série de ações de manutenção periódicas no corpo receptor. Elas envolvem a retirada de material sólido mediante dragagem, a conservação de áreas verdes, a manutenção dos dispositivos de infiltração, a troca de elementos filtrantes etc.; constitui um cronograma de ações de manutenção preventiva e de reparo das estruturas. A manutenção do sistema de macrodrenagem (canais e cursos d'água naturais) inclui a identificação periódica de potenciais fontes de poluição pontual e difusa, bem como de lançamentos ilegais, com a limpeza e remoção de resíduos sólidos na calha fluvial. Com relação aos canais de drenagem, uma manutenção eficiente deve incluir possíveis modificações do projeto original, com o objetivo de melhor atender às especificidades locais e a sua incorporação na paisagem urbana (RIGHETTO et al., 2009).

Portanto, a ausência de fiscalização adequada, principalmente, nas cidades interioranas, como Catalão-GO, favorece a inadimplência por parte de algumas indústrias e de alguns moradores quanto ao descarte impróprio de esgoto sanitário. Nessas cidades, é possível registrar algumas ligações clandestinas fazendo comunicação do efluente industrial e/ou doméstico à água pluvial.

O descarte indevido do efluente em galerias destinadas aos volumes pluviais afeta o próprio tratamento de esgoto e implica em gastos desnecessários para tratar a água que apresenta grau de contaminação bem inferior ao efluente. Além disso, estudo para qualificar a água despejada no corpo hídrico na área urbana, a fim de fiscalizar suas condições sanitárias e quantificar possíveis contaminações é de extrema importância, pois quaisquer alterações nesta podem gerar prejuízos tanto ambientais quanto à saúde humana. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi verificar a conformidade/não conformidade à Resolução nº 357/2005 do CONAMA de amostras de águas pluviais recebidas pelo Ribeirão Pirapitinga, em Catalão, quanto à densidade populacional de coliformes termotolerantes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Catalão localiza-se no sudeste goiano, nas coordenadas 18° 9' 57" S e 47° 56' 47" W e à altitude de 835 metros (Figura 1). Compreende uma área de, aproximadamente, 3821 km² e possui uma população total de 98.737 habitantes (IBGE, 2015). A cidade possui um sistema de saneamento básico regular. Atualmente, cerca de 60% de seus domicílios são servidos por rede coletora de esgoto, de modo que o restante do efluente doméstico é lançado em valas negras, fossas sépticas ou sumidouros.

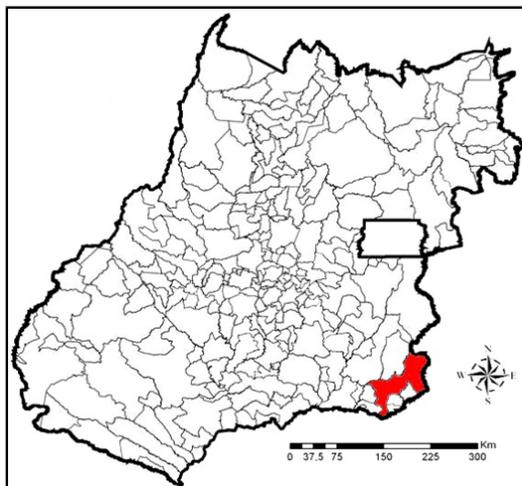


Figura 1. Localização geográfica de Catalão.

O estudo foi realizado ao longo do Ribeirão Pirapitinga, no perímetro urbano do município de Catalão, Goiás (Figura 2), em cinco pontos focais (A, B, C, D, E) (Figura 3) propositalmente demarcados. Os locais foram selecionados em virtude da suspeita de lançamentos clandestinos de esgoto doméstico na rede de galerias pluviais deste corpo hídrico. Este constitui um dos principais corpos receptores de volumes pluviais do município.



Figura 2. Porção urbana do Ribeirão Pirapitinga em Catalão. Fonte: adaptada de Google Maps, 2015.



Figura 3. Pontos de coleta (manilhas) da água pluvial ao longo do Ribeirão Pirapitinga, Catalão. Março/abril de 2015.

2.2 Coleta de amostras

As coletas manuais ocorreram nos dias 30 de março, 6, 9 e 13 de abril de 2015. As amostras foram obtidas com o auxílio de um fio de algodão amarrado ao recipiente coletor para facilitar o acesso às bocas das canalizações pluviais. Para maior confiabilidade dos resultados, em cada ponto foram realizadas quatro repetições, perfazendo um total de 20 amostras. Estas foram acondicionadas em frascos plásticos estéreis de 300 mL. Em seguida, os plásticos foram acomodados em caixas isotérmicas e transportados ao Laboratório de Bioquímica e Microbiologia (LABIM) do IBIOTEC/UFG-RC. As análises foram iniciadas poucas horas após a coleta.

2.3 Análise de coliformes termotolerantes

Nessa pesquisa, foi adotada a técnica de fermentação em tubos múltiplos para a determinação do Número Mais Provável (NMP) (MACEDO, 2005), constituída por duas etapas (Figuras 4 e 5), cada uma com três séries de cinco tubos. Levou-se em conta as precauções para manter a assepsia das amostras.

Na fase presuntiva para coliformes totais (Figura 4), as amostras foram submetidas a diluições decimais seriadas de 10^0 , 10^{-1} e 10^{-2} em solução peptonada estéril 0,1% após homogeneização. Aliquotas de 1 mL das diluições foram inseridas em caldo lauril triptose simples concentração (CLS). O próximo passo foi a incubação dos tubos a 37°C por 48 horas. As amostras que continham bolhas nos tubos de Durham foram consideradas positivas. Estas tiveram alíquotas de 0,2 mL repicadas em caldo EC.

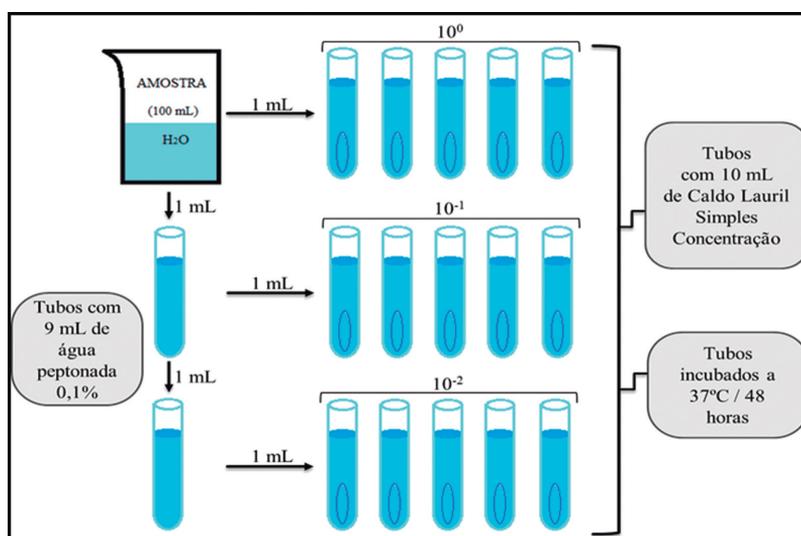


Figura 4. Esquema da etapa presuntiva da enumeração de coliformes termotolerantes das amostras de água pluvial coletadas no perímetro urbano de Catalão em março/abril de 2015. Fonte: adaptada de Macedo (2005).

Na fase confirmativa (Figura 5), os tubos foram incubados a 44,5 °C ao longo de 48 horas para a confirmação e a quantificação dos CT. Da mesma forma, os tubos de Durham que tinham presença de gases foram considerados como amostras positivas para estes micro-organismos. Os valores encontrados foram correlacionados com a tabela de NMP e os resultados foram apresentados na unidade NMP.100mL⁻¹ da amostra.

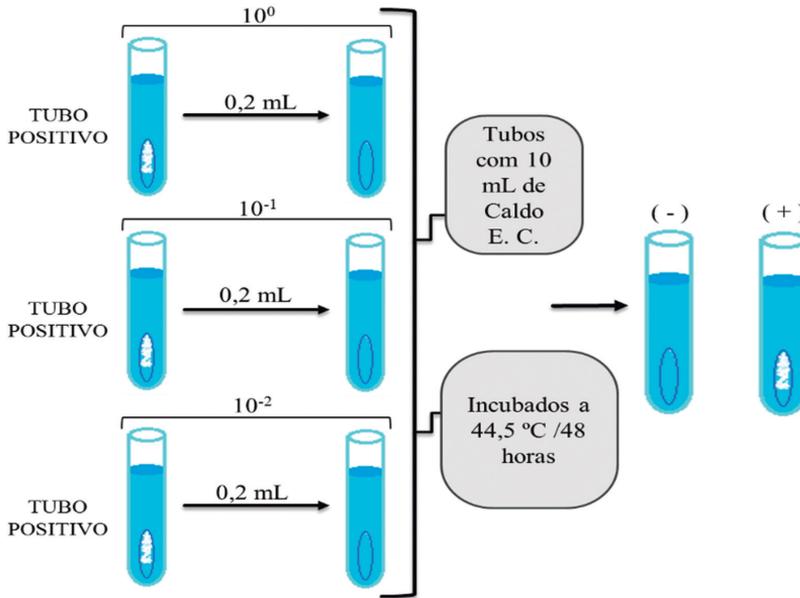


Figura 5. Esquema da etapa confirmativa da enumeração de coliformes termotolerantes das amostras de água pluvial coletadas no perímetro urbano de Catalão em março/abril de 2015. Fonte: adaptada de Macedo (2005).

3 RESULTADOS

Para a análise dos dados obtidos, foram adotados como parâmetros de comparação os padrões preconizados pela Resolução n° 357 do CONAMA.

Todas as amostras (100%) foram positivas (Figura 6) para as análises presenciais de CT, sendo que 70% delas continham 16000 NMP.100mL⁻¹ e em apenas 15% foram encontrados até 500 NMP.100mL⁻¹.

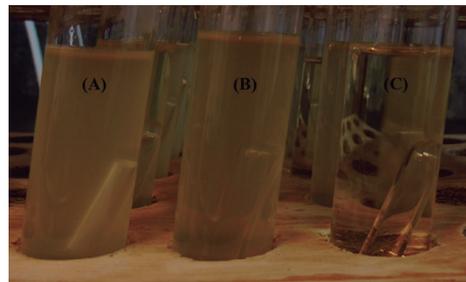


Figura 6. Padrões de resultados após a execução da técnica de fermentação em tubos múltiplos. (A) Resultado positivo, com clara formação de gases no tubo de Durham. (B) Resultado positivo fraco, com pequena formação de gases. (C) Resultado negativo, com ausência de gases.

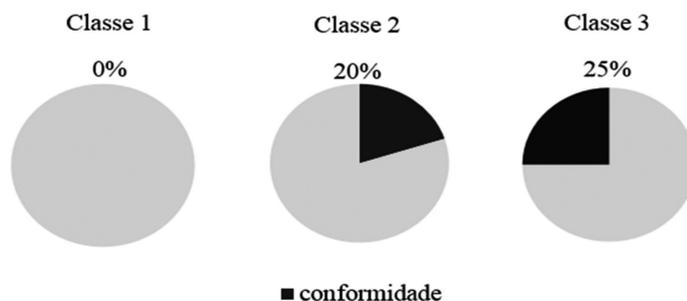


Figura 7. Percentual de amostras pluviais analisadas em conformidade à Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

As 20 amostras manifestaram-se em divergência com a Classe 1 proposta pela RDC nº 357/2005. Apenas 20% e 25% das amostras estavam em conformidade com as Classes 2 e 3, respectivamente (Figura 7). Os resultados da análise microbiológica, bem como a qualificação de cada amostra, encontram-se dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. NMP para coliformes termotolerantes em 100 mL de água para cada ponto de coleta, e os padrões para a Resolução nº 357/2005 do CONAMA, Catalão. Março/abril de 2015

Dia da coleta	Amostra	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	CONAMA nº 357		
			Classe 1 ($< 2,0 \times 10^2$)	Classe 2 ($< 1,0 \times 10^3$)	Classe 3 ($< 2,5 \times 10^3$)
30/3	A	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	B	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	C	490	Desacordo	Acordo	Acordo
	D	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	E	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
6/4	A	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	B	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	C	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	D	930	Desacordo	Acordo	Acordo
	E	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
9/4	A	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	B	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	C	230	Desacordo	Acordo	Acordo
	D	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	E	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo

Dia da coleta	Amostra	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	CONAMA nº 357		
			Classe 1 ($< 2,0 \times 10^2$)	Classe 2 ($< 1,0 \times 10^3$)	Classe 3 ($< 2,5 \times 10^3$)
13/4	A	2100	Desacordo	Desacordo	Acordo
	B	5400	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	C	330	Desacordo	Acordo	Acordo
	D	3500	Desacordo	Desacordo	Desacordo
	E	16000	Desacordo	Desacordo	Desacordo

O último ponto analisado (E) teve a maior contaminação, com uma média de 16000 NMP.100mL⁻¹. Já o ponto menos contaminado foi o terceiro (C), com média de 4262,5 NMP.100mL⁻¹.

4 DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que o curso hídrico em questão esteve recebendo água bastante poluída em decorrência da entrada de contaminantes de origem fecal. Isso foi comprovado através de análises em laboratório que atestaram a contaminação por coliformes termotolerantes. O último ponto analisado (E) teve maior contaminação, provavelmente, devido ao fato de estar próximo a uma parte antiga da cidade e mais povoada. O ponto menos contaminado, por outro lado, encontra-se margeado por uma região menos povoada e com áreas verdes remanescentes.

Vasconcellos et al. (2006) consideraram as águas analisadas por eles como impróprias no que diz respeito à balneabilidade, uma vez que foram encontrados coliformes termotolerantes em 93% (13/15) das amostras testadas. Outros estudos similares, relacionados à análise de CT em cursos hídricos, tais como Cunha et al. (2010), que encontraram 44,44% (8/18) das amostras positivas, Moura et al. (2009), que demonstraram contagens superiores a $2,4 \times 10^2$ NMP.100 mL⁻¹ em 86% (41/48) das amostras para coliformes totais e 16% (7/48) para CT e Freitas et al. (2001) que, em uma das análises, obtiveram cerca de 55% (72/131) positivas para presença de CT, evidenciam que os corpos d'água estão recebendo dejetos de origem fecal sem tratamento em diversas regiões do país.

Para alcançar o objetivo do presente trabalho, a metodologia utilizada (NMP) foi eficiente. Entretanto, Tantawiwat et al. (2005) alegam que métodos baseados em cultura celular, como o utilizado nesta pesquisa, podem contaminar diante do processo de manipulação. Em contrapartida, o método de Reação em Cadeia da Polimerase (em inglês *Polymerase Chain Reaction* – PCR) tem sido proposto como um procedimento confiável e específico para o reconhecimento de coliformes totais e termotolerantes na água (CLIFFORD et al., 2012). Dehghan

Fatemeh et al. (2014) compararam, em seu estudo, os métodos NMP e PCR. Eles encontraram 0% (0/36) de amostras positivas para coliformes no NMP e 14% (5/36) positivas na PCR, em amostras provenientes da rede de abastecimento de água da cidade, ilustrando a maior sensibilidade deste procedimento. Contudo, a técnica de PCR resultaria em custos elevados para a rotina de laboratórios destinados ao controle sanitário de águas.

5 CONCLUSÃO

Nesse estudo, não foi possível legitimar a suspeita de que o Ribeirão Pirapitinga estaria recebendo efluentes sanitários, provavelmente domiciliares, provenientes de ligações irregulares da rede de esgoto com a pluvial. As análises laboratoriais evidenciaram a densidade populacional elevada de coliformes termotolerantes na maioria das amostras de água pluvial investigada, indicando a necessidade de evitar a entrada de esgotos sem tratamento nos corpos d'água, com a fiscalização e aplicação de penalidades aos responsáveis. Ainda é requerida a redução nos custos para a instalação da rede de esgoto. Tais condutas tendem a prevenir a poluição da água e prejuízos ambientais relacionados, assim como a transmissão de patologias para a população que possa vir a utilizar deste recurso.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecidas condições e padrões de lançamento de efluentes. *Diário Oficial da União*, Brasília, 17 de março de 2005.
- BRIDGMAN, S. A. et al. Outbreak of cryptosporidiosis associated with a disinfected groundwater supply. *Epidemiology & Infection*, v. 115, n. 3, p. 555–566, 1995.
- CARDONHA, A. M. et al. Fecal pollution in water from storm sewers and adjacent seashores in Natal, Rio Grande do Norte, Brazil. *International Microbiology*, v. 7, n. 3, p. 213-218, 2004.
- CLIFFORD, R. J. et al. Detection of bacterial 16S rRNA and identification of four clinically important bacteria by real-time PCR. *Public Library of Science One*, v. 7, n. 11, 2012.
- CUNHA, A. H. et al. Microbiological analysis of the water of river Itanhém in Teixeira de Freitas, Bahia. *Revista Biociências*, v. 16, n. 2, 2010.
- DEHGHAN FATEMEH, Z. M. R. et al. Rapid detection of coliforms in drinking water of Arak city using multiplex PCR method in comparison with the standard method of culture (Most Probably Number). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 4, n. 5, p. 404-409, 2014.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M.. The importance of water testing for public health in two regions in Rio de Janeiro: a focus on fecal coliforms, nitrates, and aluminum. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, mai./jun. 2001.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito das águas: disciplina jurídica das águas doces**. São Paulo: Atlas, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados do censo 2015. DISPONÍVEL EM: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php.htm>>. Acesso em: 31 mai. 2015.

MACEDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2005.

MOURA, A. C.; ASSUMPCÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n. 1, p.17-22, jan./mar. 2009.

RAUCHER, R. S. Public health and regulatory consideration of safe drinking water. **Acta Annual Review of Public Health**; v. 17, p. 179–202, 1996

REIFF, F. M. et al. Low-cost safe water for the world: a practical interim solution. **Journal of Public Health Policy**, v. 17, n. 4, p. 389–408, 1996.

RIGHETTO, A. M. et al. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

SCHAZMANN, R. D. et al. Evaluation of bacteriological quality of water consumed at campus III (botanic branch) of Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brazil. **Visão Acadêmica**, v. 9, n. 2, 2008.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Métodos de análises microbiológicas de alimentos**. Campinas: Ital, 1995.

TANTAWIWAT, S. et al. Development of multiplex PCR for the detection of total coliform bacteria for *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens* in drinking water. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v. 36, n. 1, p. 162-169, 2005.

THARANNUM, S. et al. Molecular confirmation of the presence of coliforms in drinking water using polymerase chain reaction. **Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology**, v. 5 n. 2, p. 130-136, 2009.

VASCONCELLOS, F. S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 2, p.177-181, abr./jun. 2006.

ETNOBOTÂNICA DE *KIELMEYERA CORIACEA* MART E ZUCC

Núbia Alves Mariano Teixeira Pires Gomides¹

Antônia Caixeta Neta²

Richele Priscila Severino²

Vanessa Gisele Pasqualotto Severino²

Germano Guarim Neto¹

Agradecimentos: À Universidade Federal de Goiás e à Universidade Federal do Mato Grosso; aos moradores do município de Goiandira que compartilharam seus conhecimentos para contribuir com este estudo; e aos órgãos de fomento CNPq, FAPEG, FAPEMAT e CAPES.

1 Unidade de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil.

2 Unidade Acadêmica Especial de Física e Química, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: nubiamarianobio@gmail.com

Resumo: Neste estudo, foi realizado o levantamento etnobotânico da espécie medicinal *Kielmeyera coriacea* Mart e Zucc por meio de entrevistas com moradores do município de Goiandira-GO. A técnica de seleção dos entrevistados foi a bola de neve. A espécie vegetal também foi investigada quimicamente através das técnicas de Prospecção Preliminar e Cromatografia em Camada Delgada para detecção de classes de produtos naturais presentes. Ressalta-se a importância do estudo para resgatar e registrar os saberes botânicos da comunidade de Goiandira, bem como subsidiar futuros estudos de prospecção de plantas bioativas. Em termos de citações para uso medicinal, as categorias que mais se destacaram, com os maiores valores do Índice de Diversidade de Uso, foram leucemia, anemia e gastrite. A infusão, chá, extração da entrecasca com leite, bem como sua mastigação são as formas mais utilizadas da planta. Várias indicações populares corroboraram com estudos que avaliam a atividade biológica de *K. coriacea*, sendo, portanto, importante a continuidade dos estudos para que todas as categorias indicadas sejam avaliadas biologicamente. Desse modo, *K. coriacea* é uma espécie promissora para a prospecção químico-biológica.

Palavras-chave: Cerrado. *Kielmeyera coriacea*. Produtos Naturais. Potencialidades.

Abstract: This study was carried out ethnobotanical survey of medicinal plant *Kielmeyera coriacea* Mart and Zucc, through interviews with residents of the municipality of Goiandira-GO. The selection of respondents technique was the snowball. The plant species was also investigated chemically by preliminary prospecting technique and thin layer chromatography to detect natural products present classes. It emphasizes the importance of studying to rescue and record the botanical knowledge of Goiandira community and facilitate future studies of prospecting bioactive plants. In terms of citations for medical use, categories that stood out with the highest values of the Use of Diversity Index were leukemia, anemia and gastritis. The infusion tea extraction of bark with milk, as well as their chewing are the most used forms of the plant. Several popular indications corroborate studies evaluating the biological activity of *K. coriacea*, it is therefore important for further study, so that all specified categories are evaluated biologically. Thus, *K. coriacea* is a promising species for the chemical-biological prospecting.

Keywords: Cerrado. *Kielmeyera coriacea*. Natural products. Potentialities.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento popular sobre o uso de plantas medicinais para o tratamento de enfermidades é um processo histórico que se alicerça nas culturas específi-

cas de cada região, sendo a base para a comercialização, pois é a partir dele que são feitas as receitas caseiras. Em muitas comunidades e até mesmo nas grandes cidades é comum a comercialização de plantas medicinais em feiras e mercados populares. Desta forma, os constituintes químicos, as atividades biológicas e a toxicidade das plantas medicinais nem sempre são bem conhecidas e este fato acarreta grande interesse de pesquisadores de áreas multidisciplinares, como a botânica, a farmacologia e a fitoquímica para a investigação da flora medicinal (MACIEL et al., 2002).

O Cerrado, domínio bastante rico em flora, possui diversas espécies farmacologicamente ativas que são utilizadas na medicina popular em virtude da grande diversidade de ordens, famílias e gêneros. Segundo Pereira e Cardoso (2012), quanto maior a diversidade taxonômica em níveis superiores, maiores são o distanciamento filogenético entre as espécies, a diferença e a diversidade química entre elas, contribuindo para o grande potencial de compostos bioativos. Este domínio ocupa cerca de 2 milhões de km², ou 22% do território brasileiro, e se situa no coração da América do Sul. Em extensão, o Cerrado fica atrás apenas da Amazônia e ocorre nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Maranhão, Piauí e Distrito Federal. Além disso, incorpora ainda partes do território de países vizinhos como Bolívia e Paraguai. Abriga diversidade biológica comparável às florestas úmidas, como a Amazônica e a Atlântica, tem sofrido intensa degradação de seus habitats e é, portanto, considerado um dos 35 *hotspots* de biodiversidade do mundo (MITTERMEIER et al., 1999). No Cerrado há mais de 12.000 espécies conhecidas da sua flora, das quais 44% endêmicas. No entanto, 645 espécies encontram-se ameaçadas de extinção, o que representa mais de 30% presentes na lista vermelha do Brasil (SCARANO et al., 2014).

Uma característica essencial do Cerrado é a sua geografia, a qual proporciona contato com as fitosionomias vizinhas, Mata Atlântica, Amazônia e Caatinga. Os grandes tributários da margem direita do Amazonas, como Tapajós, Xingu e Tocantins, nascem e percorrem boa parte do seu curso no Cerrado, e suas matas ribeirinhas atuam como corredores de conexão entre a planície amazônica e o planalto. Da mesma forma, as nascentes dos rios das bacias do Paraná e Paraguai se estendem até a área central dos Cerrados, permitindo a dispersão de espécies de Mata Atlântica ao longo desses cursos. O Cerrado contribui com a vazão que flui em oito das doze regiões hidrográficas brasileiras definidas pela Agência Nacional das Águas, reafirmando a relevância deste domínio para a manutenção dos recursos hídricos do país (SCARANO et al., 2014).

As ameaças registradas nas avaliações de risco de extinção das plantas raras do Cerrado refletem a evolução da sua ocupação histórica. A incidência das ame-

aças envolve, de maneira geral, a atividade mineradora e posterior expansão da fronteira agrícola, além de outras ameaças relacionadas a essas atividades, como os incêndios antrópicos, utilizados principalmente para o manejo do solo, e a consequente invasão de espécies exóticas. Portanto, a área vegetal do Cerrado é impactada e ainda não há medidas legais que inibam a devastação acelerada. Sendo assim, várias espécies vegetais de uso popular estão se extinguindo antes de serem estudadas pela comunidade científica, as quais apresentam possibilidade de serem promissoras para os estudos de bioprospecção (MARTINELLI et al., 2014).

Neste contexto, a família *Calophyllaceae* é uma importante representante das espécies vegetais do Cerrado, apresentando espécies endêmicas e raras. Antiga subfamília *Kielmeyeroideae* de *Clusiaceae*, apresenta distribuição pantropical e é representada por 14 gêneros e 460 espécies. No Brasil são listados oito gêneros (*Calophyllum*, *Caraiça*, *Clusiella*, *Haploclathra*, *Kielmeyera*, *Mahurea*, *Mammea* e *Marila*) e cerca de 80 espécies, das quais mais da metade são endêmicas e muitas podem ser apontadas como raras ou em risco de extinção (JORGE, 2014).

O gênero *Kielmeyera* merece destaque na flora brasileira, pois contém cerca de 50 espécies, sendo a maioria do Cerrado. Algumas são frequentes e bem distribuídas, como *K. coriacea* Mart. & Zucc. e *K. rubriflora* Cambess, enquanto a grande maioria apresenta uma distribuição mais restrita. Há ainda um número considerável de espécies raras para este domínio fitogeográfico, sendo quatro delas descritas no *Livro Vermelho da Flora do Cerrado*: *K. anisosepala* Saddi, *K. juruenensis* Saddi, *K. similis* Saddi e *K. trichophora* Saddi (JORGE, 2014).

K. coriacea Mart e Zucc., conhecida como pau-santo, tem sua distribuição abrangendo os estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal (LORENZI, 1992). De acordo com Almeida (1946), é uma espécie caducifólia, pode atingir uma altura de 6 metros, suas folhas são simples e ficam concentradas no ápice dos ramos. A floração ocorre de outubro a dezembro e a frutificação entre novembro e setembro. Os frutos são carnosos, alongados e ásperos. Lorenzi (1992) complementa que a dissipação das sementes ocorre principalmente pelo vento.

Guarim Neto e Morais (2003) destacam em levantamento bibliográfico realizado, doze autores que citam a presente espécie com utilização medicinal, em diferentes comunidades. Desta forma, é comumente indicada para o uso medicinal geral (LIMA et al., 2012), como emoliente (RODRIGUES; CARVALHO, 2001), vermífugo (SOUZA; FELIFILI, 2006), dermatoses e depurativos (FERREIRA et al., 2013), esquistossomose, leishamiose, malária, infecções fúngicas e bacterianas (ALVES et al., 2000).

Em virtude do uso contínuo de *K. coriacea* em comunidades, sendo uma espécie nativa do Cerrado, torna-se necessário realizar o registro dos conhecimentos etnobotânicos, incluindo as formas de uso e para quais enfermidades é empregada. Tais indicações servem como subsídios para novos estudos relacionados ao conhecimento da composição química e atividades biológicas da espécie, agregando valor intrínseco pelas suas propriedades medicinais, além de incentivar planos de conservação e manejo da biodiversidade do Cerrado.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou realizar um levantamento etnobotânico de *K. coriacea* com o intuito de registrar informações sobre os usos desta espécie por moradores do município de Goiandira, Goiás, e identificar as classes de produtos naturais (PNs) presentes, bem como as atividades biológicas registradas na literatura, relacionando-as à investigação em questão.

2 METODOLOGIA

2.1 Área do estudo

O estudo foi realizado no município de Goiandira, local em que o saber etnobotânico está arraigado na cultura e costumes populares, ainda que tenha havido uma perda de conhecimentos entre as gerações. Assim, faz-se necessário compreender a história do município, a qual é contextualizada a seguir, e buscar o etnoconhecimento nas gerações mais antigas.

Há indicações que havia índios nesta região, pois foram encontrados utensílios de barro com caracteres de cerâmica indígena nas escavações feitas bem perto das margens dos ribeirões Fartura e Dourados, atual fazenda Água Fria. Além disso, há um casal de procedência aborígine, família de bugres, que deixou como descendente a filha, que reside no Asilo Municipal. Provavelmente, os índios que habitaram Goiandira até meados do século XVIII foram os Caiapós, que residiram nas proximidades dos Rios Veríssimo, Corumbá, Piracanjuba, dos Bois, Turvo, Claro, Pardo e Paranaíba (ARAÚJO, 2000; IBGE, 2010). Há relatos de que os índios no Brasil utilizavam *K. coriacea* em preparações que possuem ação no sistema nervoso central (RODRIGUES; CARLINI, 2005); ademais, da entrecasca é extraída uma resina amarela tônica e emoliente utilizada no tratamento de dores de dentes (CORREA, 1969). Tais conhecimentos podem ter sido transmitidos para as gerações presentes.

Além dos índios residentes na região, as bandeiras começaram a chegar à região, denominada Sesmaria de Campo Limpo; este foi o primeiro passo para a ocupação colonial do território. A Sesmaria de Campo Limpo era habitada, em sua maioria, pelas famílias Garcia e Teixeira que moravam nas fazendas, sendo a sede acompanhada por conjuntos de ranchos.

Tomás Garcia e Jerônimo Teixeira foram os pioneiros da Sesmaria em 1800. Em seguida, outras famílias vieram para a região à procura de terras melhores, (ARAÚJO, 2000).

A ocupação desta região foi influenciada pela presença da estrada de ferro e a fazenda Campo Limpo sediou a estação ferroviária denominada de Goiandira, criada em 1911. No ano seguinte, já havia diversas residências e comércios, provocando a urbanização da região, que se tornou distrito em 25 de janeiro de 1915, pela Lei Municipal nº 39, editada pela Prefeitura de Catalão-GO. Em 1923, o distrito passou a ter abastecimento de energia elétrica, estimulando ainda mais o desenvolvimento ocorrido em decorrência da estrada de ferro (ARAÚJO, 2000).

A emancipação política de Goiandira foi concedida em 6 de maio de 1931, por meio do Decreto nº 799; em 28 de maio este território foi acrescido do Distrito de Nova Aurora, que até então pertencia à Corumbaíba, por meio do Decreto nº 1.112. O município de Goiandira era composto pelos distritos de Cumari e Nova Aurora, que tiveram sua emancipação, respectivamente, em 10 de dezembro de 1947 e 11 de novembro de 1953. Atualmente, o município de Goiandira é formado por um único Distrito e pelo Povoado de Veríssimo (ARAÚJO, 2000). A proposta de conhecer um pouco da história do município advém do anseio de no presente e num futuro próximo ainda haver recursos naturais fazendo parte da história da cidade, sendo respeitados e vistos como importantes. É preciso que o homem se veja inserido na natureza como um dos membros dela, não como proprietário, e que possa valorizar as terras que possui de forma a garantir a existência das outras espécies.

O município de Goiandira (Figura 1) tem como domínio vegetacional o Cerrado, que ocorre na parte central do país. Localiza-se ao Centro-Sul do Estado de Goiás, latitude 18°07'54"S, longitude 48°05'06"W, a uma altitude de 848 metros, distando 280 km da capital, Goiânia. A região é de fácil acesso pela GO-210. O município possui uma área de 562,5 km² e uma população de 4.925 habitantes, com densidade de 8,3 habitantes/km², sendo que a área urbanizada é de 0,368 km², e a área rural é de 562,13 km² (IBGE, 2012).

De acordo com o IBGE (2012), este município possui a agricultura desenvolvida nos produtos arroz, banana, café, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho, palmito e soja. Por possuir a maior parte de suas terras para a agropecuária, a cidade tem o perfil agropecuário. A população residente na área urbana ainda mantém laços com a área rural, o que possibilita a existência do conhecimento botânico e medicinal na comunidade; a etnobotânica, portanto, registra tais conhecimentos.



Figura 1. Localização do município de Goiandira-GO. Fonte: adaptada de IBGE (2012).

2.2 Métodos etnobotânicos

Para a pesquisa etnobotânica, a amostragem não deve ser ao acaso ou aleatória, mas sim dirigida aos elementos da população que à partida poderão saber mais acerca da temática que se pretende abordar (CAMEJO RODRIGUES, 2007). Para localizar pessoas com essas características, recorre-se à técnica bola de neve (*snowball*), que consiste no primeiro entrevistado indicar o próximo e assim por diante (THIOLLENT, 1994; BECKER, 1993).

Quanto aos métodos de escolha de dados, há dois muito citados e usados na etnobotânica – a entrevista etnobotânica e a observação/participação. Neste estudo foi desenvolvida a técnica de entrevista estruturada, que é “como se fosse um

questionário, mas utilizado de modo mental pelo entrevistador (e não preenchido pelo entrevistado)” (RODRIGUES, 2007).

Para a realização das entrevistas de forma legal, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás, aprovado em 02/04/2012, sob o número de protocolo 033/12. Como requisito básico para realização das entrevistas foi solicitada a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido a cada informante.

As entrevistas foram direcionadas para obter dos informantes a socialização de seus conhecimentos sobre *K. coriacea*. Neste aspecto, foram entrevistadas 25 pessoas individualmente, priorizando atores sociais como raizeiros, benzedeiros, antigas parteiras, pessoas idosas e antigos moradores. As visitas em domicílios ocorreram no mês de abril de 2013, em quatro finais de semana, nos períodos matutino e vespertino.

A coleta de dados na entrevista compreendeu: (a) nome do entrevistado; (b) idade do entrevistado; (c) conhecimento da espécie; (d) usos medicinais da espécie; (e) parte da planta utilizada no preparo medicinal; e (f) formas de preparo medicinal.

O conhecimento local foi analisado através de medidas quantitativas, as quais têm como objetivo refletir a concordância entre os informantes sobre o conhecimento da espécie (FEITOSA, 2012) (Tabela1). Os dados foram tabulados no Microsoft Office Excel 2007.

Tabela 1. Medidas de uso e conhecimento calculados para *K. coriacea*

Índices	Cálculo
Valor da diversidade do informante (VDI)	$VDI = \text{número de usos citados por determinado informante dividido pelo número de usos totais.}$
Valor de consenso para os tipos de usos (VCTU)	$VCTU = \text{número de vezes em que determinado uso foi reportado dividido pelo número total de usos.}$ O valor encontrado é dividido pela quantidade de categorias de uso.
Valor de diversidade de uso (VDU)	$VDU = \text{número de indicações registradas por categorias de uso dividido pelo número total de indicações de uso.}$
Valor de consenso para a forma de uso (VCFU)	$VCFU = \text{número de citações para determinada forma de uso dividido pelo total de citações para as todas as formas.}$
Valor de consenso para a parte da planta (VCPD)	$VCPD = \text{número de vezes em que determinada parte da planta foi citada dividido pelo número total de citações de todas as partes.}$

2.3 Métodos químicos

A entrecasca foi selecionada para coleta como foco do estudo de Prospecção Preliminar para detecção de classes de PNs em virtude do alto número de indicação dessa parte vegetal nas entrevistas realizada na comunidade. Neste sentido, a identificação e catalogação de *K. coriacea* foram realizadas pela Me. Núbia Alves Mariano Teixeira Pires Gomides e os espécimes testemunhos foram depositados no Herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CEN), sob o número BW 6046. O material foi coletado no dia 11 de abril de 2015 na comunidade de Goiandira-GO, com a autorização de acesso e de remessa de amostra de componente do patrimônio genético sob o número 010698/2013-2. Os dados e as coordenadas da coleta (GPS) foram armazenados para coletas futuras.

Após a coleta, a entrecasca fresca foi cortada em partes menores. Posteriormente, foram pesados 40 gramas deste material, o qual foi suspenso em 200 mililitros de etanol 92,8%, gerando uma solução que foi levada a banho-maria a 60 °C, agitando frequentemente por 10 minutos para dissolução total. Ainda quente, a solução foi filtrada em um pano fino e em papel filtro, originando-se o extrato vegetal (EV), o qual foi armazenado em tubo do tipo Falcon e conservado à baixa temperatura.

Para o desenvolvimento do processo de análise fitoquímica, utilizou-se as metodologias de Prospecção Preliminar (PP) e Cromatografia em Camada Delgada (CCD), ambas adaptadas da literatura (MATOS, 1997). As correlações das utilizações medicinais pela comunidade supracitada com informações científicas também foram abordadas neste estudo.

2.3.1 Prospecção Preliminar (PP)

Para a técnica de PP foram empregadas as seguintes soluções reveladoras: cloreto férrico 10% (m/v), hidróxido de sódio 1% (m/v), ácido clorídrico 1% (v/v) e reagente Lieberman-Buchard. O preparo destas soluções se deu da seguinte forma:

- **Cloreto férrico 10% (m/v):** uma alíquota de 10 g foi pesada e solubilizada em água destilada, transferindo-se a solução resultante para um balão de 100 mL. Agitou-se para homogeneizar;
- **Hidróxido de sódio 1% (m/v):** uma alíquota de 1 g foi pesada e solubilizada em água destilada, transferindo-se a solução resultante para um balão de 100 mL. Agitou-se para homogeneizar;
- **Ácido clorídrico 1% (v/v):** transferiu-se 1 mL de ácido clorídrico concentrado para um balão de 100 mL e completou-se com água destilada até o menisco;
- **Reagente Dragendorff:** em banho de gelo, dissolveu-se 5 g de carbonato de bismuto em 50 mL de água, adicionando cuidadosamente 12 mL de

ácido clorídrico concentrado. Posteriormente, acrescentou-se gradativamente 25 g de iodeto de potássio; após a dissolução completa, completou-se o volume para 100 mL com água destilada;

- **Reagente Lieberman-Buchard:** adicionou-se 5 mL de anidrido acético e 5 mL de ácido sulfúrico 98% a 50 mL de álcool etílico absoluto sob resfriamento.

Para detecção de algumas classes de PNs, empregou-se a metodologia descrita a seguir:

- a) **Esteroides/triterpenoides:** os testes foram realizados pela reação de Lieberman-Burchard, tomando-se 2 mL de EV e misturando-o a 2 mL de clorofórmio. Em seguida, a solução clorofórmica foi filtrada, gota a gota, em um funil com algodão coberto com alguns decigramas de sulfato de sódio anidro. Em um tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL de anidrido acético, agitando suavemente e acrescentou-se cuidadosamente três gotas de ácido sulfúrico concentrado, agitando suavemente e observando se haveria aparecimento de cor. A coloração azul evanescente seguida de verde indicou a presença de esteroides/triterpenóides, respectivamente.
- b) **Flavonoides:** o teste de cianidina ou Shinoda (ácido clorídrico concentrado e magnésio) foi realizado pela adição de 2 mL de EV, 0,5 cm de magnésio em fita e 2,0 mL de ácido clorídrico concentrado. O término da reação se deu pelo cessar da efervescência. O aparecimento da coloração que variou de parda a vermelha indicou a presença de flavonoides.
- c) **Taninos:** em um tubo de ensaio contendo 2,0 mL de EV adicionou-se três gotas de solução alcoólica de cloreto férrico 10%, agitando-se fortemente e observando-se qualquer variação de cor. O precipitado de tonalidade azul ou verde indicou a presença de taninos.
- d) **Saponinas:** em um tubo de ensaio contendo 2 mL de EV foram adicionados 5 mL de água fervente. Após esfriar, agitou-se vigorosamente por 20 minutos. O tubo foi deixado em repouso por 10 minutos, logo após observou-se se a espuma continuava persistente ou não. Espuma persistente e abundante (colarinho) indicou a presença de saponina.
- e) **Alcaloides:** em um tubo de ensaio alcalinizado com 15 gotas de hidróxido de sódio (1%) e acrescido de 2 mL de água, adicionou-se 2 mL de EV e 2 mL de clorofórmio. A fração aquosa foi desprezada e à fração clorofórmica foram adicionadas 15 gotas de ácido clorídrico (1%) e realizada a extração com 2 mL de água. A fração clorofórmica foi então desprezada e os testes foram realizados com a fração aquosa ácida, em que se acrescentou três gotas do reagente de Dragendorff para a verificação da presença de alcaloides. A formação de precipitados insolúveis e floculosos confirmou a presença de alcaloides.

2.3.2 Cromatografia em Camada Delgada (CCD)

A entrecasca foi seca em estufa de circulação a 40 °C e pulverizadas em moinho até reduzirem-se a um pó fino; 10 g deste material foi submetido à extração com etanol 92,8% por três dias sem aquecimento. Após isso, a solução foi filtrada e o solvente evaporado à baixa pressão. Este processo se repetiu por três vezes, obtendo-se assim o EV.

Em seguida, uma alíquota do EV foi aplicada em uma placa cromatográfica, a qual foi inserida em uma cuba cromatográfica contendo a fase móvel (sistema de solventes descrito a seguir). Após eluição, a placa foi retirada da cuba, deixada em repouso até evaporação completa do solvente e levada à revelação na câmara do ultravioleta em comprimentos de onda de 254 e 365 nanômetros, sendo marcadas com um lápis as manchas observadas.

Sistema de solventes empregados:

- 1) Hexano/acetato de etila (2:8, v/v);
- 2) Clorofórmio/metanol (9:1, v/v);
- 3) Clorofórmio/metanol/água (6,5: 3,0: 0,5, v/v/v).

Posteriormente, a placa foi revelada com reveladores específicos para cada classe de PNs pesquisada, os quais são descritos a seguir:

- a) **Detecção de esteroides e triterpenoides:** a placa foi imersa em uma solução de anidrido acético com ácido sulfúrico concentrado e aquecida por alguns minutos a 100 °C. Os esteroides e triterpenoides foram identificados por manchas de coloração verde ou azul.
- b) **Detecção de flavonoides e terpenoides:** a placa foi imersa em uma solução de sulfato cérico e aquecida por alguns minutos a 100 °C. Os flavonoides e terpenoides foram identificados por manchas amarelas e roxas, respectivamente.
- c) **Detecção de taninos:** a placa foi imersa em uma solução de cloreto férrico. Os taninos foram identificados por manchas de coloração azul escuro.
- d) **Detecção de alcaloides:** a placa foi imersa em uma solução de Dragendorff. Os alcaloides foram identificados por manchas alaranjadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Auricchio e Bacchi (2003) e Sá (2008) evidenciam que apenas um pequeno percentual das espécies vegetais foi adequadamente estudado no que se refere às atividades farmacológicas. A seleção de plantas a serem investigadas, considerando a imensa quantidade que há a explorar, torna-se difícil. Nesse sentido, os relatos da medicina popular são eficazes para guiar a identificação de espécies vegetais potencialmente terapêuticas (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Neste contexto, a espécie *K. coriacea* é muito indicada pela comunidade de Goiandira em diversas categorias de usos, sendo que algumas ainda não foram investigadas farmacologicamente, demonstrando, portanto, a relevância dessa planta. O levantamento etnobotânico realizado revelou que dos 25 informantes entrevistados, com faixa etária de 50 a 74 anos de idade, 76% conhecem e já utilizaram a espécie foco do estudo pelo menos uma vez, para tratar alguma enfermidade. Seis deles apenas conhecem a planta, mas relataram não saber de usos medicinais. Os dados de *K. coriacea* coletados nas entrevistas são expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Levantamento etnobotânico no município de Goiandira

Idade e sexo do entrevistado	Indicação de uso medicinal	Parte da planta utilizada	Forma de uso
64/masculino	Leucemia	Entrecasca	Extrair com leite; utilizar pequenas porções diariamente
	Anemia		
	Gastrite		
74/masculino	Dor de estômago	Galho fino	Amassar e colocar de molho na água por 24 horas
	Anemia	Entrecasca e folhas	Chá das partes em conjunto
	Leucemia		
72/feminino	Dor na gengiva	Entrecasca fresca	Mastigação
	Dor de dente		
	Cárie		
	Artrite	Entrecasca ou folhas	Amassar e deixar de molho; posteriormente tomar.
	Artrose		
60/masculino	Anemia	Entrecasca	Fazer o emplasto
	Leucemia		
	Infecções intestinais		
	Cicatrização		
55/masculino	Gastrite	Entrecasca	Extrair com leite; utilizar pequenas porções diariamente
	Gastrite		
	Anemia		
	Leucemia		
	Vermífugo		

Idade e sexo do entrevistado	Indicação de uso medicinal	Parte da planta utilizada	Forma de uso
66/masculino	Artrite	Entrecasca ou folhas	Infusão
	Artrose		
	Leucemia		
	Anemia		
	Vermífugo		
50/masculino	Cicatrização	Entrecasca	Fazer um melado e utilizar como emplasto
	Dor de dente		Mastigação
	Gastrite	Galho fino	Moer e fazer um melado
70/masculino	Dor nos rins	Entrecasca	Chá
53/masculino	Todos os tipos de infecções	Entrecasca	Infusão
	Reumatismo	Entrecasca ou folhas	Chá
71/masculino	Gastrite		Amassar e deixar de molho; posteriormente tomar
	Anemia	Entrecasca	
63/feminino	Leucemia	Entrecasca	Amassar e deixar de molho; posteriormente tomar
	Leucemia	Entrecasca	Amassar e deixar de molho; posteriormente tomar
54/masculino	Dor nos rins	Entrecasca	Infusão
63/masculino	Vermífugo		Chá
	Reumatismo	Entrecasca ou folhas	
55/masculino	Dor de dente	Entrecasca	Mastigação
57/masculino	Cárie		Extrair com leite; utilizar pequenas porções diariamente
	Vermífugo	Entrecasca	
59/masculino	Infecções de útero	Entrecasca	Infusão
	Infecções de intestino		
	Dor nos rins		
	Reumatismo		

Idade e sexo do entrevistado	Indicação de uso medicinal	Parte da planta utilizada	Forma de uso
66/masculino	Cicatrização	Entrecasca	Fazer um melado e utilizar como emplasto
51/masculino	Leucemia Anemia Gastrite	Entrecasca	Infusão

Em relação ao conhecimento dos informantes, foi observado que alguns demonstram saber mais do que outros sobre os diversos usos da espécie, uma vez que indicaram mais categorias. Isso também pode ser constatado através do Valor da Diversidade do Informante (VDI) (Tabela 3), que expressa como os informantes usam a espécie e como esse uso encontra-se distribuído no município.

Tabela 3. Cálculo do Valor de diversidade do informante (VDI)

Idade do informante	VDI
66	0,16
60	0,14
74	0,08
55	0,08
59	0,08
72	0,06
51	0,06
64	0,04
53	0,04
71	0,04
54	0,04
55	0,04
50	0,02
70	0,02
63	0,02
63	0,02
57	0,02
66	0,02
53	0,02

As informações obtidas sobre os distintos usos de *K. coriacea*, conhecida popularmente como *pau-santo*, atribuíram 16 indicações terapêuticas (categorias) (Tabela 4). O índice de Valor de Diversidade de Uso (VDU) retrata a importância e a contribuição das categorias de uso em relação ao valor total de usos. As categorias que mais se destacaram foram: leucemia, anemia e gastrite.

Tabela 4. Cálculo do Valor de Diversidade do Uso (VDU)

Indicação de uso medicinal	VDU
Leucemia	0,16
Anemia	0,14
Gastrite	0,12
Dor de estômago	0,02
Dor na gengiva	0,02
Dor de dente	0,06
Cárie	0,04
Artrite	0,04
Artrose	0,04
Infecções intestinais	0,04
Cicatrização	0,06
Vermífugo	0,1
Dor nos rins	0,06
Todos os tipos de infecções	0,02
Reumatismo	0,06
Infecções de útero	0,02

O Valor de Consenso para os Tipos de Usos (VCTU) infere o grau de concordância entre os informantes e os usos indicados para *K. coriacea*. Sendo assim, as três categorias mais citadas foram as que tiveram a maior concordância, permanecendo as indicações: leucemia, anemia e gastrite. As indicações de uso para dor de estômago, infecções no útero, dor na gengiva e todos os tipos de infecções tiveram o menor valor, pois foram citadas por apenas um entrevistado (Tabela 5).

Tabela 5. Valor de consenso dos informantes para os tipos de usos (VCTU) de *K. coriacea*

Indicação de uso medicinal	VCTU
Leucemia	0,0100
Anemia	0,0088
Gastrite	0,0075
Vermífugo	0,0063
Dor de dente	0,0038
Cicatrização	0,0038
Dor nos rins	0,0038
Reumatismo	0,0038
Cárie	0,0025
Artrite	0,0025
Artrose	0,0025
Infecções intestinais	0,0025
Dor de estômago	0,0013
Dor na gengiva	0,0013
Todos os tipos de infecções	0,0013
Infecções de útero	0,0013

O Valor de Consenso para a Forma de Uso (VCFU) expressa a concordância entre os informantes referente às formas de uso citadas para *K. coriacea*. Neste sentido, foram citadas pelos informantes 11 formas de uso, sendo que a infusão (0,20) e o chá (0,16) as formas mais utilizadas, como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6. Valor de consenso dos informantes para as formas de usos (VCFU) de *K. coriacea*

Forma de uso	VCFU
Infusão	0,20
Chá	0,16
Extrair com leite; utilizar pequenas porções diariamente	0,12
Mastigação	0,12
Amassar e deixar de molho; posteriormente tomar	0,12
Fazer um melado e utilizar como emplasto	0,08
Amassar e colocar de molho na água por 24 horas	0,04

Forma de uso	VCFU
Chá das partes em conjunto	0,04
Fazer o emplasto	0,04
Amassar e fazer a infusão com água	0,04
Moer e fazer um melado	0,04

No que tange ao Valor de Consenso para a Parte da Planta (VCP), os informantes indicaram a entrecasca, folhas e galhos finos, sendo a entrecasca a mais citada, como pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7. Valor de Consenso para a Parte da Planta (VCP) de *K. coriacea*

Parte da planta	VCP
Entrecasca	0,72
Folhas	0,21
Galhos finos	0,07

Em função da grande indicação dos entrevistados da comunidade de Goian-dira e poucos estudos encontrados na literatura sobre o assunto, a parte da planta escolhida para a referente pesquisa foi a entrecasca. Desse modo, é relevante relatar as pesquisas já realizadas com o espécime em questão, evidenciando sua importância como planta medicinal.

O extrato aquoso de *K. coriacea* é utilizado na medicina popular para o tratamento de várias doenças tropicais, incluindo esquistossomose, leishmaniose, malária e infecções fúngica e bacteriana (ALVES et al., 2000). Além disso, estudos científicos relatam que a planta em questão apresenta várias atividades biológicas, tais como antifúngica, antibacteriana e antimalárica (MELO E SILVA; PAULA; ESPINDOLA, 2009; CORTEZ et al., 2002; ALBERNAZ et al., 2010).

Cientificamente, o estudo realizado por Mesquita (2011) revela que a mistura do monômero de α -tocotrienol e α -tocotrienolperoxi-dímero oriundos do extrato hexano da casca da raiz de *K. coriacea* possui atividade significativa frente a células do tipo MDA-MB-435 (melanoma), HCT-8 (côlon), HL-60 (leucemia) e SF-295 (glioblastoma). A mistura em questão suprimiu o crescimento da leucemia e reduziu a sobrevivência das células, desencadeando apoptose e necrose. (MESQUITA et al., 2011)

O resultado do Índice de Valor de Diversidade de Uso (VDU) revela que os entrevistados utilizam a entrecasca de *K. coriacea* principalmente para o tratamento dos males causados pela leucemia. Este dado correlaciona-se com pesquisas realizadas, as quais demonstram a potencialidade da planta para fins medicinais, evidenciando a corroboração entre o saber popular e a pesquisa científica.

Martins (2012) analisou o extrato etanólico da entrecasca de *K. coriacea*, a qual apresenta potenciais antioxidante, devido ao alto teor de compostos fenólicos e antimicrobiano, prevenindo cárie, lesões e infecções causadas por micro-organismos bucais. Os dados supramencionados podem justificar as indicações populares, em que é feito o uso da espécie por meio da mastigação da entrecasca para infecções associadas a bactérias bucais causadoras da cárie e da gengivite.

Após o tratamento das informações adquiridas nas entrevistas, bem como a busca na literatura pelos estudos referentes à *K. coriacea*, observou-se o seu potencial químico-biológico. Aliado a estes fatores, analisou-se o extrato etanólico da entrecasca pelas técnicas de PP e CCD, as quais indicaram a possível presença das seguintes classes de PN's: taninos e saponinas.

Os taninos são compostos fenólicos com atividade biológica importante frente a determinados micro-organismos, como agentes carcinogênicos e causadores de toxicidade hepática (SIMÕES et al., 2001). Além disso, podem agir como anti-inflamatório, cicatrizante (CHUNG; WEI; JOHNSON, 1998) e como inibidores da transcriptase reversa em HIV (KILKUSKIE et al., 1992). Ademais, a ingestão de chá verde e de dietas ricas em frutas que contêm taninos tem sido associada à atividade anticarcinogênica (CHUNG; WEI; JOHNSON, 1998). Desse modo, os taninos presentes na entrecasca da *K. coriacea* podem ser os responsáveis pela ação biológica que os moradores de Goiandira atribuem à *K. coriacea*.

As saponinas ou saponosídeos também foram detectadas no extrato etanólico da entrecasca de *K. coriacea*. Segundo Paulino et al. (2014) tais compostos são glucosídeos do metabolismo secundário vegetal, não nitrogenados e que se dissolvem em água originando soluções espumantes devido à sua ação tensoativa. Constituem um grupo heterogêneo e são classificados em glucosídeos saponosídicos do tipo esteroidal e do tipo triterpênico. Atuam na defesa contra insetos e patógenos e também na manutenção do crescimento do vegetal. No ser humano possuem atividades hemolítica, anti-helmíntica, espermicida e antifúngica. Desse modo, pode-se notar a similaridade com algumas indicações da comunidade de Goiandira no uso da entrecasca do espécime estudada, como um tratamento para as enfermidades, utilizando *K. coriacea* em diversas maneiras de preparo como vermífugo e nos males causados por infecções intestinais. Neste sentido, com base nas informações apresentadas, nota-se que a espécie *K. coriacea* é promissora para o desenvolvimento de novos estudos de prospecção químico-biológica, os quais permitirão isolar e identificar os PNs possivelmente envolvidos nas propriedades medicinais desta planta.

4 CONCLUSÃO

O uso popular de plantas com propriedades terapêuticas é considerado tradicional, disseminado por vários séculos e vem sendo passado de geração em geração, em especial em comunidades rurais e localidades com menor renda econômica. Apesar de não ser indicado o consumo de plantas sem o estudo científico, é por meio de levantamentos etnobotânicos que muitas substâncias ativas foram descobertas e se transformaram em fármacos disponíveis comercialmente. Face a isso, ressalta-se a importância do estudo em questão, o qual além de resgatar os saberes e subsidiar novas pesquisas de prospecção, possibilitará que a universidade retorne à comunidade estudada com os resultados obtidos, disseminando o conhecimento e demonstrando a importância da relação entre o saber popular e a pesquisa científica.

REFERÊNCIAS

- ALBERNAZ, L. C. et al. Investigation of plant extracts in traditional medicine of the Brazilian Cerrado against protozoans and yeasts. *Journal of Ethnopharmacology*, v.131, n. 1, p.116–21, ago, 2010.
- ALMEIDA, G. Cortiças. *Revista Florestal*. Rio de Janeiro, v. 8, p. 10-24, 1946.
- ALVES, T. M. de A. et al. Biological screening of Brazilian medicinal plants. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 95, n.3, p. 367–373, mai./jun, 2000.
- ARAÚJO, V. J. *História da Terra Branca e outras coisas mais*. Goiânia: Kelps, 2000.
- AURICCHIO, M. T.; BACCHI, E. M. Folhas de *Eugenia uniflora* L. (pitanga): propriedades farmacobotânicas, químicas e farmacológicas. Revisão. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v. 62, n. 1, p. 55- 61, 2003.
- BECKER, H. S. *Métodos de pesquisa em ciências sociais*. São Paulo: Hucitec, 1993.
- CHUNG, K.; WEI, C.; JOHNSON, M. G. Are tannins a double-edged sword in biology and health? *Trends in Food Science & Technology*, Cambridge, v. 9, n. 4, p. 168-175, 1998.
- CORTEZ, D. A. G. et al. Antibacterial activity of a biphenyl and xanthenes form *Kielmeyera coriacea*. *Pharmaceutical Biology*, v. 40, n.7 485–9, 2002.
- FEITOSA, I. S. *Etnobotânica e extrativismo de Stryphnodendron coriaceum Benth. na Floresta Nacional do Araripe, nordeste do Brasil*. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012. 83 p.
- FERREIRA, F. et al. Levantamento de plantas medicinais e do conhecimento etnobotânico no município de Baependi, Minas Gerais, Brasil MG. *BIOTA*, Belo Horizonte, v.5, n.6, fev./mar. 2013.
- GUARIM NETO, G.; MORAIS, R. G. Recursos medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. *Acta bot. bras.* 17(4): 561-584, 2003

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados de Goiandira.**

Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 5 mai. 2012.

JORGE, R. Calophyllaceae. In: MARTINELLI, G. MESSINA, T.; SANTOS FILHO, L. (Org.) **O livro vermelho da flora do Brasil: plantas raras do Cerrado.** Rio de Janeiro: Andrea Jakobson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: CNCFlora, 2014. p. 80-81.

KILKUSKIE, R. E. et al. HIV and reverse transcriptase inhibition by tannins. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v.2, n.12, p. 1529-1534, 1992.

LIMA, I. L. P. et al. C. Diversidade e uso de plantas do Cerrado em comunidade de raizeiros no norte do estado de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 26, n. 3, p. 675-684, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** São Paulo: Nova Odessa, 1992.

MACIEL, M. M. A. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.

MARTINELLI, G. et al. Avaliações de risco de extinção das plantas raras do Cerrado: resultados, desafios e perspectivas. p. 25-41. In: MARTINELLI, G. MESSINA, T.; SANTOS FILHO, L. (Org.) **O livro vermelho da flora do Brasil: plantas raras do Cerrado.** Rio de Janeiro: Andrea Jakobson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: CNCFlora, 2014.

MARTINS, C. M. **Estudo Químico Atividade Antioxidante, atividade antimicrobiana e análise do óleo essencial da espécie *Kielmeyera coriácea* Mart. & Zucc (pau-santo) do Cerrado.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. 117 p.

MATOS, F. J. A. **A introdução à fitoquímica experimental.** 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 1997.

MELLO, J. C. P. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 3. ed. Porto Alegre: UFSC, 2001.

MELO E SILVA, F.; PAULA, J. E.; ESPINDOLA, L. S. Evaluation of the antifungal potential of Brazilian Cerrado medicinal plants. **Mycoses**, v.52, p. 511–517, 2009.

MESQUITA, M. L. et al. Cytotoxicity of d-tocotrienols from *Kielmeyera coriácea* against cancer cell lines. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, vol. 19, n. 1, p. 623–630, 2011.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C. G.; ROBLES G. P. **Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions.** Sierra Madre: Cemex, 1999.

PAULINO, B. L. et al. Utilização de saponinas triterpênicas no combate às larvas do *Aedes aegypti*. In: III Simpósio de Ciências Farmacêuticas. **Anais...** Centro Universitário São Camilo, 2014.

PEREIRA; R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **J. Biotec. Biodivers**, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

- RODRIGUES, E.; CARLINI, E. A. Ritual use of plants with possible action on the central nervous system by the Kraho Indians, Brazil. **Phytotherapy Research**, v. 19, p. 129-135, 2005.
- CAMEJO RODRIGUES, J. S. Estudo etnobotânico das plantas aromáticas e medicinais. Curso teórico – prático. **Ameal**. v. 8, n. 57, p. 168- 174, 2007.
- RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domíniodo cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Ciênc. Agrotec. Lavras**, v. 25, n. 1, p. 102-123, jan./fev. 2001.
- SÁ, A. P. C. S. **Potencial antioxidante e aspectosquímicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygiumcumini*, L. Skeels)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.
- SCARANO, F. R. et al. O bioma Cerrado: conservação e ameaças. In: MARTINELLI, G.; MESSINA, T.; SANTOS FILHO, L. (Org.) **O livro Vermelho da Flora do Brasil: Plantas raras do Cerrado**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: CNC Flora, 2014.p. 21-24.
- SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto Alegre: Ed. da UFSC, 2001.
- SOUZA, C. D.; FELFILE, J. M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 20, n. 1, p. 135-142, 2006.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa- ação**. São Paulo: Cortez. 1994.

12

CAPÍTULO

GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO *IN* VITRO DE *BRASSAVOLA* *TUBERCULATA* HOOK

Matteus Miranda Reis¹

Maria Rita de Cássia Campos¹

Agradecimentos: Ao Programa Institucional de Iniciação Científica pela seleção do aluno como PIVIC.

Resumo: Este trabalho teve como objetivo analisar o estabelecimento *in vitro* inicial de *Brassavola tuberculata* por meio de semeadura assimbiótica, visando sua conservação *in vitro*. As sementes (10 mg) foram desinfestadas por meio de

¹ Unidade Acadêmica Especial de Biotecnologia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail: matteus_miranda@hotmail.com, campos.mariarita@yahoo.com.br

solução de NaOCl 10% por 15 minutos sobre agitação. Em seguida, foram lavadas por duas vezes em água destilada e autoclavada. Após a assepsia, as sementes foram inoculadas em 20 frascos de 200 mL contendo 30 mL de meio B&G[®]. Dos recipientes, 10 foram mantidos em ambiente sem iluminação e 10 em sala de crescimento com temperatura de 25 ± 2 °C *para ambos os tratamentos*. O delineamento experimental foi totalmente casualizado, com dois tratamentos e dez repetições, sendo cada repetição um frasco. Inicialmente, notou-se contaminação por fungos nos dois tratamentos. Após 15 dias da inoculação, verificou-se que as sementes apresentaram-se intumescidas, mostrando a formação de protocormos aos 30 dias da inoculação. Em 45 dias ocorreu o surgimento de estruturas aéreas. Em 120 dias, plântulas foram observadas em ambos tratamentos, sendo observada raiz nas que se encontravam no escuro. O estabelecimento *in vitro* de *B. tuberculata* pode ser efetuado por meio da germinação *in vitro* e, logo após a sementeira assimiótica, as sementes de orquídeas devem ser mantidas no escuro.

Palavras-chave: Cultura de tecidos. *B. tuberculata*. Germinação *in vitro*.

Abstract: This study was aimed to analyse the initial establishment *in vitro* of *Brassavola tuberculata* through the nonsymbiotic cultivation, bearing in mind the conservation of *in vitro*. The seeds (10mg) were sterilized by NaOCl 10% solution and stirred for 15 minutes, then washed twice in distilled water and autoclaved. After sterilization, seeds were inoculated in 20 flasks of 200 mL containing 30 mL of medium B&G[®]. 10 recipients were kept in a dark room, and 10 in a growth room with temperature 25 ± 2 °C for both treatments. The experimental design was completely randomized with two treatments and ten repetitions, each repetition used by a flask. Initially, fungal contamination was noted in both treatments. After 15 days from inoculation, it was found that the seeds had swollen up, showing the formation of protocorm 30 days after inoculation. After 45 days, there was the emergence of overhead structures. On the 120th day seedlings were observed in both treatments, on the roots that were in the dark. The establishment of *in vitro* *B. tuberculata* can be accomplished through *in vitro* germination and soon after nonsymbiotic, cultivating the seeds of orchids should be kept in the dark.

Keywords: Tissue culture. *B. tuberculata*. Germination *in vitro*.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Biologia das orquídeas

As orquídeas são plantas herbáceas perenes diversificadas quanto ao tamanho, à forma dos caules, às folhas e à cor das flores (SCHNEIDER et al., 2012). Estas plantas pertencem à família *Orchidaceae* e à ordem *Asparagales*, correspon-

dendo à maior família dentre as Angiospermas. Possuem cerca de 850 gêneros e 20.000 espécies no mundo, sendo que no Brasil, podem ser encontrados cerca de 236 gêneros e 2.430 espécies (APG III, 2009). Embora a diversidade de orquídeas seja alta no Brasil e em diversas partes do mundo, muitas espécies são vítimas de extrativismo, levando muita das vezes à sua extinção (VENDRAME et al., 2014).

A família *Orchidaceae* é constituída de grande número de gêneros, espécies e híbridos e, dentre os principais gêneros encontrados no Brasil, destaca-se o gênero *Brassavola*. (FARIA et al., 2012). A espécie *Brassavola* sp. é conhecida popularmente como *chuva de prata*, *cebolinha*, *rabo de rato* e *orquídea dama-da-noite*. Esta espécie possui elevado valor ornamental, pois além da sua rusticidade, apresenta floração bastante abundante e duradoura, produzindo inflorescências com cinco a sete flores de coloração branca levemente amarelada, que exalam odor levemente adocicado ao anoitecer (RECH; ROSA; MANENTE-BALESTIERI, 2010). Além disso, *Brassavola* sp. é importante economicamente por originar híbridos do intercruzamento com *Cattleya*, *Laelia*, *Sophronitis* e *Epidendrum* (SOARES et al., 2012).

Devido a essas características, a coleta predatória deste gênero em seu habitat se torna mais frequente (HERING; PUTZKE, 2007). A espécie *Brassavola tuberculata* é nativa dos estados de Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe e Tocantins (BARROS et al., 2013) ocorrendo também no Mato Grosso do Sul (RECH; ROSA; ROSA-JUNIOR, 2010).

1.2 Conservação *in vitro*

O extrativismo e a destruição de habitats naturais vêm levando espécies endêmicas a entrar em extinção, tornando-se necessárias técnicas de conservação *in vitro*. Uma forma de manter não só a integridade genética dos estoques, mas também parte da diversidade genética das espécies é por meio da conservação do germoplasma *in vitro* (VIEIRA et al., 2001; PINHAL et al., 2011).

A conservação *in vitro* é importante por permitir o resgate de populações que correm o risco de extinção, preservação da diversidade genética, intercâmbio de plântulas entre centros de pesquisas e redução das perdas causadas por desastres naturais. Além disso, segundo Santos et al. (2011) e Reed, Gupta e Uchendu (2013), a preservação de germoplasma *in vitro* apresenta, em médio prazo, um baixo custo econômico e algumas vantagens em comparação com a conservação no campo, como a redução do espaço de armazenamento e a rápida multiplicação de material vegetal livre de pragas e patógenos presentes no campo.

A cultura de tecidos pode contribuir tanto para a fase de conservação como de avaliação dos acessos, coleções de trabalho e bancos de germoplasma (MAN-

TELL; MATTHEWS; MCKEE, 1994). Outra finalidade importante da cultura de tecidos é facilitar a produção em larga escala de espécies de propagação vegetativa de importância econômica a partir de um único explante, permitindo a conservação do genótipo através do desenvolvimento de duas tecnologias integradas: a micropropagação e o estabelecimento de banco de germoplasma *in vitro*, que são complementares aos bancos de sementes, como é feito rotineiramente para culturas como a banana, batata, cana-de-açúcar, entre outras (SANTOS, 2000; SANTOS; SALOMÃO, 2010; MORAES et al., 2007). No entanto, a manutenção das culturas *in vitro* necessita de subcultivos periódicos e podem ocorrer perdas por contaminação, existindo também a possibilidade de variação genética ao longo do cultivo que comprometem o desenvolvimento da cultura (SOUZA et al., 2007).

1.3 Cultivo *in vitro*

O cultivo *in vitro* é uma técnica que, segundo Mantell, Matthews e McKee (1994), permite que pequenos fragmentos de tecido vivo (explante) sejam isolados de um organismo e cultivado assepticamente por períodos indeterminados em um meio nutritivo semidefinido ou definido. A partir dessa descoberta, com a obtenção dos conhecimentos sobre a atuação dos principais hormônios vegetais (auxinas e citocininas) e seus efeitos no crescimento e divisão celular nas plantas, foi demonstrado que explantes de tecidos vegetais podiam se proliferar através de repetidas divisões celulares e quando as condições de cultura apropriadas eram proporcionadas, massas celulares podiam então seguir através de várias vias metabólicas de desenvolvimento e assim regenerar brotos, raízes e, eventualmente, plantas inteiras.

Com base nas técnicas de cultivo *in vitro* e na necessidade de resgate das populações de alguns grupos de plantas, tais técnicas podem ser usadas para preservação de orquídeas. As espécies mantidas em laboratório apresentam, segundo Altafin et al. (2002), um alto vigor fisiológico, em virtude de sua nutrição balanceada nas fases iniciais de desenvolvimento, e isto se traduz em rápido crescimento e maior tolerância a condições adversas de meio ambiente, bem como ao ataque de doenças e pragas, além do manuseio de grande número de indivíduos em espaço reduzido e sob condições assépticas (UNEMOTO et al., 2007).

1.4 Germinação ao desenvolvimento inicial

Em orquídeas a germinação *in vitro* se inicia com expansão dos embriões dando origem a uma estrutura cônica. Conceitos relacionados à germinação, em

sementes de orquídeas, variam entre autores. Harvais (1973) considera que a semente germinou quando o embrião demonstra indício de atividade, por outro lado, outros autores consideram germinadas as sementes após o rompimento pelo embrião (KAUTH et al., 2006), e outros ainda a consideram germinada somente após a gema caulinar estar diferenciada (CURTIS; NICHOL, 1948; ICHIHASHI, 1990). No processo de germinação de sementes em orquídeas, o embrião desenvolve em uma estrutura denominada protocormo (LEROUX; BARABÉ; VIETH, 1995; JOHNSON; KANE; PÉREZ, 2011). O protocormo passa por fases de diferenciação de tecidos e órgãos, originando folhas e raízes adventícias sendo então denominado plântula (BARABÉ; SAINT-ARNAUD; LAUZER, 1993). Existe uma variação no tempo entre a sementeira assimiótica e a formação da plântula dependendo da espécie e das condições de cultivo.

Em ambiente natural, orquídeas apresentam crescimento lento e precisam de interação simbiótica com fungos (KALIMUTHU; SENTHILKUMAR; VILAYAKUMAR, 2007). No ambiente de laboratório, as orquídeas apresentam alta porcentagem de germinação sem que as sementes precisem desta relação simbiótica. A cultura de tecidos facilita a propagação em larga escala de espécies de importância econômica e, a partir de um único explante, permite a conservação do genótipo através do desenvolvimento de duas tecnologias integradas, a micropropagação e o estabelecimento de banco de germoplasma *in vitro* (MORAES et al., 2007).

Todas as fases do crescimento e desenvolvimento *in vitro* são influenciadas por presença, intensidade e qualidade da luz. Além disso, o fotoperíodo é imprescindível para adaptação dos explantes em condições *in vitro* (ICHIHASHI, 1990; JOHNSON; KANE; PÉREZ, 2011).

O objetivo deste trabalho foi analisar o estabelecimento *in vitro* inicial por meio da sementeira assimiótica da espécie *Brassavola tuberculata* Hook, visando a conservação *in vitro* desta espécie.

2 MATERIAIS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ciências Morfológicas e Biotecnológico (LaMorBio) da Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional Catalão.

2.1 Material vegetal

Cápsulas fechadas (Figura 1A) contendo as sementes (Figura 1B) de *B. tuberculata* foram obtidas a partir de indivíduos selecionados (Figura 1C) da coleção de Dionatas Gonçalves Ribeiro, Catalão, Goiás.

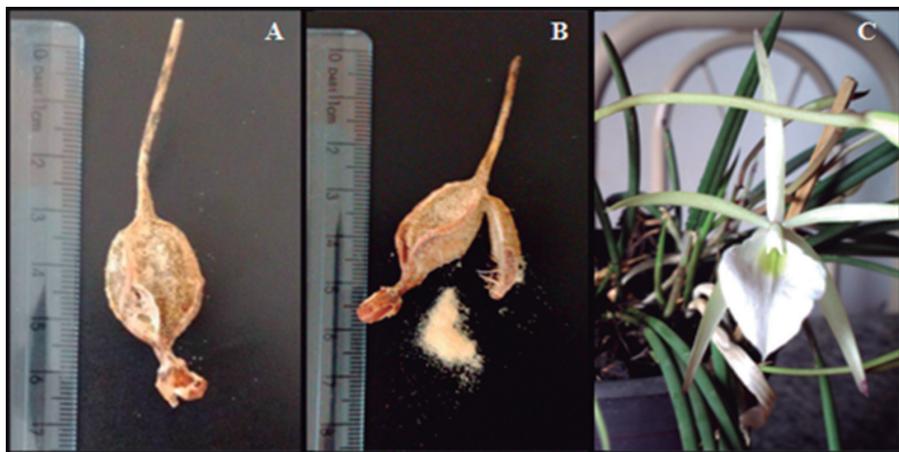


Figura 1. Detalhes de *B. tuberculata*. A) Cápsula fechada; B) cápsula aberta mostrando sementes (seta); C) flor.

2.2 Desinfestação e inoculação *in vitro*

Em câmara de fluxo laminar, as sementes (10 mg) foram submetidas à desinfestação por meio da solução de NaOCl 10% por 15 minutos sobre agitação utilizando uma seringa estéril. A seguir foram efetuadas duas lavagens em água destilada e autoclavada. Após a assepsia, as sementes foram inoculadas em 20 frascos de vidro com capacidade de 280 mL contendo 30 mL de meio B&G®, 10 gL⁻¹ de ágar e pH ajustado para $5,8 \pm 0,2$ antes da esterilização em autoclave a 120 °C e à pressão de 1,05 kg/cm² por 20 minutos. Após a inoculação, 10 frascos contendo os explantes foram mantidos por 15 dias no ambiente sem iluminação e 10 frascos foram mantidos em sala de crescimento com irradiância em torno de 35 mmolm⁻²s⁻¹, temperatura de 25 ± 2 °C.

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos e dez repetições, cada uma representada por um frasco com 10mg de sementes distribuídas aleatoriamente. As avaliações foram realizadas, inicialmente a cada dois dias para verificar as possíveis contaminações. Quinze dias após a inoculação das sementes, os frascos mantidos em ambiente sem iluminação foram transferidos para ambiente com irradiação. Foram feitas análises semanais do desenvolvimento inicial *in vitro*. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentavam intumescimento do embrião O início do desenvolvimento foi marcado com o surgimento de protocormos. Foi considerada plântula após surgimento da parte aérea.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise inicial, foi observada contaminação microbiana nos primeiros dias após inoculação das sementes, independente da presença ou da ausência de luz. Neste trabalho observou-se, inicialmente, contaminação por fungos (Figuras 2A e 2B) em 40% dos frascos mantidos no escuro e 20% dos frascos mantidos na luminosidade. A partir da observação do fungo, foi feita a coleta do mesmo com fita adesiva e esta foi colocada sobre uma lâmina contendo corante para obtenção da imagem observada ao microscópio na Figura 2B.

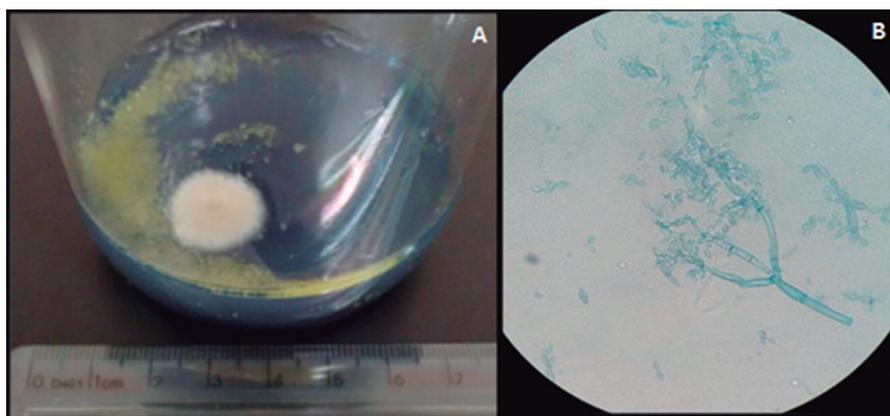


Figura 2. A) Contaminação do meio de cultura por fungo; B) hifas e esporos de fungos em microscopia de luz em aumento de 1.000x.

As possíveis causas de contaminação podem estar relacionadas ao manuseio dos recipientes no laboratório, descuidando-se das práticas assépticas necessárias para a manipulação das culturas (THOMAS; SOLY, 2009; THOMAS; KUMARI 2010). Mesmo com cuidados com assepsia, em biofábricas brasileiras já foram registradas porcentagens de contaminação superiores a 30% causadas tanto por fungos como por bactérias (NIETSCHKE et al., 2006; SOUZA et al., 2007).

O início da germinação das sementes de *B. tuberculata* foi verificado cerca de quinze dias após a inoculação no meio de cultura. Observou-se o intumescimento do embrião e o rompimento da testa, formando um corpo globular esverdeado e indicando a presença de clorofila. No presente trabalho, inicialmente houve intumescimento das sementes, independentemente da fonte luminosa (Figsuras 3A e 3B), levando ao rompimento do tegumento seminal e à liberação do embrião, com diferenças na coloração em função da exposição à luz.

O processo inicial do desenvolvimento *in vitro* considerado neste trabalho foi a fase de protocormo, pois nas descrições de Kraus, Kerbauy e Monteiro (2006) e Arditti (2008), o padrão de germinação de sementes de orquídeas é uniforme; ou seja, as sementes começam a intumescer.

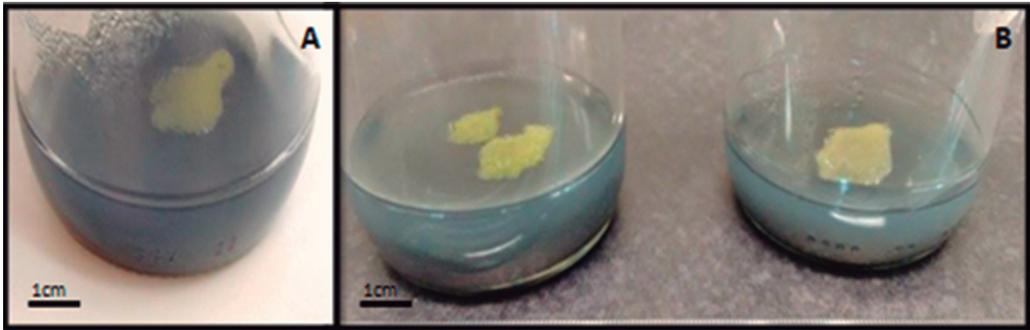


Figura 3. Intumescimento das sementes em ambos os tratamentos. A) 12 dias após a inoculação das sementes no tratamento com iluminação; B) 20 dias após a inoculação das sementes nos dois tratamentos.

O embrião se desenvolveu numa estrutura tuberiforme, como foi verificado neste estudo, chamada de protocormo (Figuras 4A e 4B). As estruturas observadas apresentam aspecto esverdeado, nas quais a região mais afilada e basal mais globosa, tuberculiforme, já podem ser claramente reconhecidas, caracterizando o protocormo.

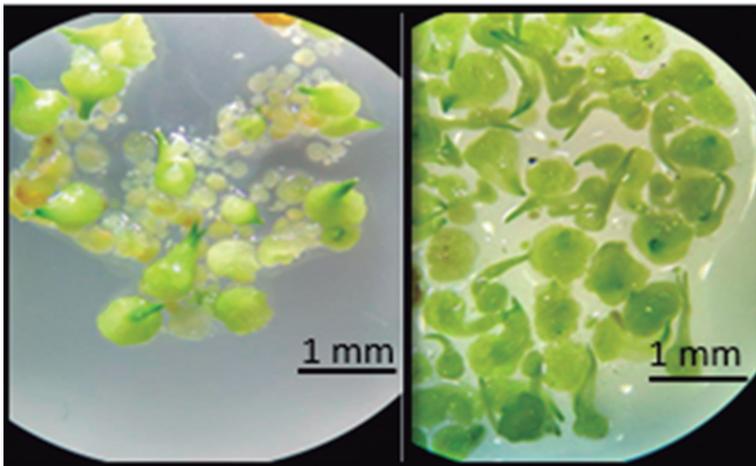


Figura 4. Surgimento dos protocormos após 30 dias de inoculação. A) Tratamento com luminosidade; B) tratamento sem luminosidade.

Em relação ao tempo de germinação, há variação na literatura relacionada ao genótipo. Sementes de *Cattleya bicolor* Lindl. mostraram protocormos após 20 dias da inoculação (SANTOS et al., 2007), as sementes de *C. forbesii* germinaram aos 30 dias após a sementeira, independentemente do tratamento (SCHNEIDERS et al., 2012). Para *Oncidium flexuosum* Sims, Pereira et al. (2005) observaram 90% de germinação aos 7 dias após a inoculação das sementes. As sementes

de *B. tuberculata* germinaram aos 30 dias após a sementeira, independentemente do tratamento (luz e escuro) (Tabela 1), tendo o ambiente escuro promovido a maior taxa de germinação das sementes em comparação com o claro, $78\% \pm 11,5$ e $66\% \pm 6,55$, respectivamente.

Tabela 1. Taxa de germinação de sementes de *B. tuberculata* obtida trinta dias após a sementeira *in vitro*

Condições experimentais	Germinabilidade (%)±DP
Luz	$66 \pm 6,55$
Escuro	$78 \pm 11,5$

Após 120 dias em sala de crescimento, verificou-se o desenvolvimento das plântulas mantidas em ambiente sem iluminação (Figura 5A). As plântulas mantidas em claro apresentaram o desenvolvimento da parte aérea sem a presença de raízes (Figura 5B). Schneiders et al. (2012) observaram que os protocormos se desenvolveram em plântulas após 180 dias da inoculação das sementes em *Catleya forbesii*.

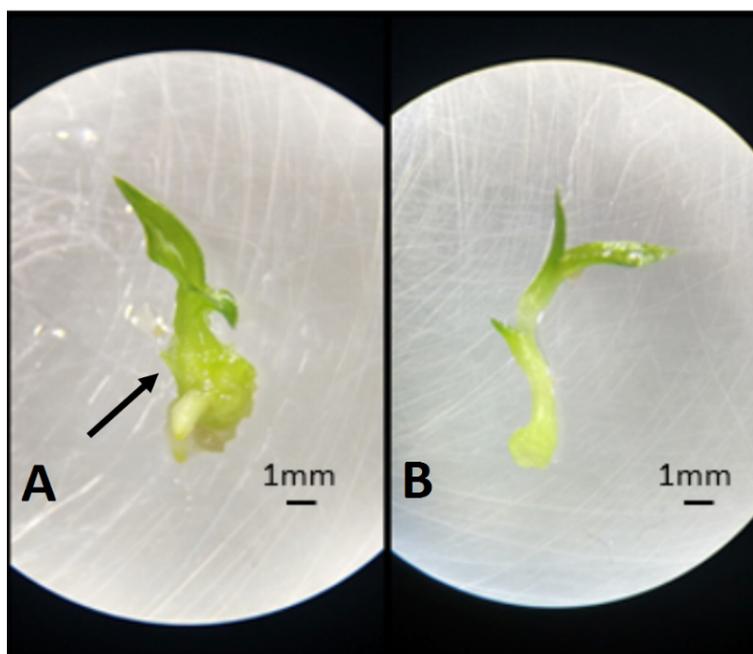


Figura 5. Comparação de plântulas que se desenvolveram em ambos tratamentos. A) Tratamento sem iluminação (raiz indicada pela seta); B) tratamento com iluminação.

Com base nos resultados obtidos neste trabalho com plantas de *B. tuberculata*, na presença e ausência de luz, observou-se que ocorrem padrões distintos quando os explantes foram incubados na ausência de luz. Desta forma, recomenda-se a utilização do ambiente escuro para a germinação das sementes e o crescimento inicial de *B. tuberculata*.

4 CONCLUSÃO

A germinação das sementes e o crescimento inicial de *B. tuberculata* mostrou melhores resultados na ausência de luz. Considerando as condições experimentais utilizadas no presente estudo, os resultados obtidos apontaram para aspectos que poderão ser utilizados como subsídios para continuação da atual abordagem experimental, cuja compreensão, sob o ponto de vista de aplicabilidade, poderá auxiliar no desenvolvimento de protocolos para conservação *in vitro* de plantas em vias de extinção ou de interesse comercial.

REFERÊNCIAS

- ALTAFIN, V. L.; MENEZES, M. O.; LIMA FILHO, R. R.; PITOMBO, L. M. Semeadura *in vitro* de orquídeas para propagação massal. Espírito Santo do Pinhal: CREUPI, 2002.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105–121, 2009.
- ARDITTI, J. *Micropropagation of orchids*. 2. ed. Melbourne: Blackwell Publishing, 2008.
- BARABÉ, D.; SAINT-ARNAUD, M.; LAUZER, D. Sur la nature des protocormes d'Orchidées (Orchidaceae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, v. 316, p. 139-144, 1993.
- BARROS, F.; VINHOS, F.; RODRIGUES, V. T.; BARBERENA, F. F. V. A.; FRAGA, C. N.; PESSOA, E. M.; FORSTER, W.; MENINI NETO, L.; FURTADO, S. G.; NARDY, C.; AZEVEDO, C. O.; GUIMARÃES, L. R. S. *Orchidaceae* in lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/fb11230>>. Acesso em: 1 mai. 2015.
- CURTIS, J. T.; NICHOL, M. A. Culture of proliferation orchid embryos *in vitro*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club.*, v. 75, p. 358-373, 1948.
- ENGELMANN, F. Use of biotechnologies and conservation of plant biodiversity. *In vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, v. 45, p. 5-16, 2011.
- FARIA, R. T.; ASSIS, A. M.; UNEMOTO, L. K.; CARVALHO, J. F. R. P. *Produção de orquídeas em laboratório*. Londrina: Mecenias, 2012.
- HARVAIS, G. Growth requirements and development of *Cypridium reginae* in axenic culture. *Canadian Journal of Botany*, v. 51, p.327-32, 1973.

- HERING, M.; PUTZKE, M. T. L. *Cattleya*, *Brassavola* and *Sophrnitis* (Orchidaceae) distribution and habitat characterization in Estrala Municipality, southern Brazil. *Caderno de Pesquisa*, v. 19: p. 24-28, 2007.
- ICHIHASHI, S. Effects of light on root formation of *Bletilla striata* seedlings. *Lindleyana*, v. 5, n. 2, p. 140-143, 1990.
- JOHNSON, T. R.; KANE, M. E.; PÉREZ, H. E. Examining the interaction of light, nutrients and carbohydrates on seed germination and early seedling development of *Bletia purpurea* (Orchidaceae). *Plant Growth Regulation*. v. 63, p. 89–99, 2011.
- KALIMUTHU, K.; SENTHILKUMAR, R.; VIJAYAKUMAR, S. *In vitro* micropropagation of orchid, *Oncidium* sp. (Dancing Dolls). *African Journal of Biotechnology*, v. 6, n. 10, p. 1171-1174, 2007.
- KAUTH, P. J.; VENDRAME, W. A.; KANEL, M. E. *In vitro* seed culture and seedling development of *Calopogon tuberosus*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v. 85, p. 91–102, 2006.
- KRAUS, J. E.; KERBAUY, G. B.; MONTEIRO, W. R. Desenvolvimento de protocormos de *Catasetum pileatum* Rchb. f. *in vitro*: aspectos estruturais e conceituais. *Hoehnea*, v. 33, n. 2: p. 177-184. 2006.
- LEROUX, G.; BARABÉ, D.; VIETH, J. Morphogenèse comparée de protocormes du *Cypripedium acaule* (Orchidaceae) cultivés *in vitro* avec ou sans sucre. *Canadian Journal of Botany*, v. 73, p. 1391-1406, 1995.
- MANTELL, S. H.; MATTHEWS, J. A.; MCKEE, R. A. **Princípios de biotecnologia em plantas: uma introdução à engenharia genética em plantas**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1994.
- MORAES, R. M.; CALDAS, L. S.; SILVEIRA, C. E. S.; SOUZA, A. V.; BERTONI, B. W.; PEREIRA, A. M. S. Micropropagação e banco de germoplasma *in vitro* para produção e conservação de plantas nativas do Cerrado. In: PEREIRA, A. M. S. (Org.) **Recursos genéticos e conservação de plantas medicinais do Cerrado**, Ribeirão Preto, SP, Brasil, p. 185-211, 2007.
- NIETSCH, S.; MARQUES, S. V.; PEREIRA, M. C. T.; SALLES, B.; XAVIER, A. A.; FRANÇA, A. C.; LIMA, C.; SILVA, L. S. Estabelecimento *in vitro* de explantes de três cultivares de bananeira. *Ciência Rural*, v. 36, n. 3, p. 989-991, 2006.
- PEREIRA, O. L.; KASUYA, M. C. M.; ROLLEMBERG, C. L.; BORGES A. C. Indução *in vitro* da germinação de sementes de *Oncidium flexuosum* (Orchidaceae) por fungos micorrízicos rizoctonióides. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 199-206, 2005.
- PINHAL, H. F.; ANASTÁCIO, M. R.; CARNEIRO, P. A. P.; SILVA, V. J.; MORAIS, T. P.; LUZ, J. M. Q. Aplicações da cultura de tecidos vegetais em fruteiras do Cerrado. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1136-1142, jul. 2011.
- REED, B. M.; GUPTA, S.; UCHENDU, E. E. *In vitro* genebanks for preserving tropical biodiversity. In: NORMAH, M. N.; CHIN, H. F.; REED, B. M. (Org.) **Conservation of tropical plant species**. Nova York: Springer, 2013.
- RECH, A. R.; ROSA, Y. B. C. J.; MANENTE-BALESTIERI, F. C. L. Aspects of the reproductive biology of *Brassavola cebolleta* (Orchidaceae). *Acta Scientiarum*, v. 32, p. 335-341, 2010.

- RECH, A. R.; ROSA, Y.; BRITO, C. J.; ROSA-JUNIOR, E. J. Levantamento e características ecológicas de Orchidaceae da mata ciliar do Rio Dourados, Dourados-MS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 717-724, 2011.
- SANTOS, I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 70-84, 2000.
- SANTOS, G. A.; SAITO, B. C.; MONTEIRO, D. P.; GUTIERRE, M. A. M.; ZONETTI, P. C. Utilização de reguladores hormonais na germinação e formação de plântulas *in vitro* de orquídeas. **Cesumar**, v. 9, p. 7-12, 2007.
- SANTOS, I. R. I.; SALOMÃO, A. N. Manual de curadores germoplasma-vegetal: criopreservação. **Embrapa recursos genéticos e Biotecnologia**, 2010.
- SANTOS, M. C.; LÉDO, A. S.; LÉDO, C. A. S.; SOUZA, F. V. Efeito da sacarose e do sorbitol na conservação *in vitro* de segmentos nodais de mangabeira. **Revista Ciências Agronomia**, v. 42, n. 3, p. 735-741, 2011.
- SCHNEIDERS, D.; PESCADOR, R.; BOOZ, M. R.; SUZUKI, R. M. Germinação, crescimento e desenvolvimento *in vitro* de orquídeas (*Cattleya* spp., Orchidaceae). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 185-191, mar./abr. 2012.
- SOARES, J. S.; ROSA, Y. B. C. J.; MACEDO, M. C.; SORGATO, J. C.; ROSA, D. B. C. J.; ROSA, C. B. C. J. Cultivo *in vitro* de *Brassavola tuberculata* (Orchidaceae) em meio de cultura alternativo suplementado com diferentes concentrações de açúcar e carvão ativado. **Magistra** v. 24, p. 226-233, 2012.
- SOUZA, G. C.; CLEMENTE, P. L.; ISAAC, V. L. R.; FARIA, S. P.; CAMPOS, M. R. C. Contaminação microbiana na propagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* e *Schomburgkia crispa*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 405-407, jul. 2007.
- THOMAS, P.; SWARNA, G. K.; ROY, P. K.; PATIL, P. Identification of cultureable and originally non-culturable endophytic bacteria isolated from shoot tip cultures of banana cv. Grand Naine. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 93, p. 55-63, 2008.
- THOMAS, P.; SOLLY, T. Endophytic bacteria associated with growing shoot tips of banana (*Musa* sp.) cv. grand naine and the affinity of endophytes to the host. **Microbial Ecology**, v. 58, p. 952-964, 2009.
- THOMAS, P.; KUMARI, S. Inconspicuous endophytic bacteria mimicking latex exudates in shoot-tip cultures of papaya. **Scientia Horticulturae**, v. 124, p. 469-474, 2010.
- UNEMOTO, L. K.; FARIA, R. T.; VIEIRA, A. O. S.; DALIO, R. J. D. Propagação *in vitro* de orquídeas brasileiras em meio de cultura simplificado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 267-269, 2007.
- VENDRAME, W.; FARIA, R. T.; SORACE, M.; SAHYUN, S. A. Orchid Cryopreservation. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 3, p. 213-229, mai./jun. 2014.
- VIEIRA, M. L. C.; APEZZATO, B. G. Fundamentos e aplicações da cultura de tecidos no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento**. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2001.

13

CAPÍTULO

MÉTODO SIMPLES E RÁPIDO PARA DETECÇÃO DE RNA DO VÍRUS DA DENGUE A PARTIR DE MEIO DE CULTURA

Thyago Leal Calvo¹

Rívia Aparecida R. Arruda²

Adriana Freitas Neves¹

Agradecimentos: Ao CNPq pelo financiamento do projeto (Processo No. 485463/2012-1) e das bolsas aos autores, tais como do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (CNPq/PIBIC-graduação) e Capes/nível mestrado.

1 Unidade Acadêmica Especial de Biotecnologia, Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão, Catalão, Brasil.

2 Unidade Acadêmica Especial de Física e Química, Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: thyagoleal@yahoo.com, riviaarruda@gmail.com, neves.af@gmail.com

Resumo: Dentre os métodos que podem ser utilizados para a detecção dos tipos virais do vírus causador da dengue (DENV), destaca-se a Transcrição Reversa (RT) seguida da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR). No presente trabalho demonstrou-se uma metodologia alternativa para a conversão de RNA viral em cDNA, utilizando-se o meio de cultura celular diretamente na RT. Os sorotipos DENV (1, 2, 3 e 4) foram propagados em meio de cultura contendo células C6/36 da larva do mosquito *Aedes albopictus*, o qual foi utilizado diretamente na RT, tendo como preparo prévio apenas uma agitação vigorosa em aparelho tipo vórtex, do meio de cultura contaminado, e incubação da amostra a 95 °C por 10 min. O cDNA obtido foi submetido à PCR, analisado por eletroforese em gel de agarose 1,2% (m/v) e fotodocumentado. A extração com Trizol Reagent® também foi utilizada, de acordo com as recomendações do fabricante, para fins de comparação entre métodos. Os dados obtidos demonstraram que o método direto de detecção viral por RT-PCR foi igualmente eficiente quando comparado à extração por Trizol, apresentando a vantagem de ser mais rápido, ter menores custos e ainda diminuir a possibilidade de degradação do RNA por contaminação, uma vez que reduz o manuseio da amostra.

Palavras-chave: RNA viral. Transcrição Reversa. Dengue. cDNA.

Abstract: Among the methods that can be used for viral type's detection is Reverse Transcription (RT) followed by Polymerase Chain Reaction (PCR). In this work we have demonstrated an alternative methodology to convert the viral RNA in cDNA by using cell culture media directly in the RT. The four Dengue virus serotypes (DENV-1, -2, -3 and -4) were propagated in culture medium containing C6/36 cells of *Aedes albopictus*' larvae, which was used directly in the RT, whose preparation just prior vigorous agitation of the contaminated medium in vortex type device, and incubating the sample at 95 °C for 10 min. The obtained cDNA was subjected to PCR and analyzed by agarose gel electrophoresis 1.2% (w/v) and photodocumented. The extraction with Trizol Reagent® was also used according to the manufacturer's recommendations, for comparison between methods. The data demonstrated that direct viral detection method by RT-PCR was also efficient when compared to Trizol extraction, and presented advantages as faster, have lower cost and yet diminishes the possibility of RNA degradation by contamination, since which reduces sample handling.

Keywords: Viral RNA. Reverse transcription. Dengue. cDNA.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Aspectos históricos e epidemiológicos da dengue

A dengue é uma doença infecciosa humana causada pela infecção por um dos quatro sorotipos do vírus da Dengue antígenicamente distintos (DENV-1, -2,

-3 e -4). A infecção pode provocar a forma clássica ou hemorrágica da doença (WESTAWAY et al., 1997). De tal forma, estima-se que 50 milhões de pessoas em aproximadamente 100 países, distribuídos entre Ásia Tropical, África, Austrália, América Central e América do Sul, são afetadas por alguma forma da doença (WHO, 2010).

O DENV pertence ao grupo das arboviroses (vírus transmitidos por vetores artrópodes), membro da família Flaviridae e gênero *Flavivirus*, sendo que a transmissão ocorre através da picada de mosquitos hematófagos fêmeas do gênero *Aedes*, particularmente o *Aedes aegypti*, presente nas áreas tropicais e subtropicais mais povoadas do mundo (WESTAWAY, 1985). O isolamento do vírus da dengue foi realizado pela primeira vez a partir de amostras de sangue coletadas de soldados japoneses acometidos de doença febril no Japão (KIMURA; HOTTA, 1944) e de soldados americanos provenientes do Havaí, sendo denominado DENV-1. Outro sorotipo foi identificado em Nova Guiné (SABIN; SCHLESINGER, 1945), o qual foi denominado DENV-2. Os sorotipos DENV-3 e o DENV-4 foram isolados em 1956, nas Filipinas (HAMMON et al., 1960). Para realização do isolamento dos sorotipos do DENV, foram inoculadas amostras de sangue dos indivíduos que apresentavam a doença em camundongos.

A partir da Segunda Guerra Mundial, devido à perturbação ecológica decorrente do desenvolvimento da economia e urbanização no sudeste da Ásia, houve um grande aumento de doenças transmitidas por vetores artrópodes, o que gerou condições favoráveis para o início da pandemia global de dengue. Desse modo, observa-se que o padrão epidêmico dessa doença foi alterado pelas mudanças ocorridas no mundo após a Segunda Guerra Mundial, uma vez que, antes da guerra acontecer, não era comum a ocorrência de epidemia em uma mesma localidade e as pandemias de dengue só aconteciam a cada 10-30 anos (GUBLER, 1997; RIGAU-PÉREZ et al., 1998).

No Brasil, foram documentados os primeiros casos de dengue, com confirmação clínica e laboratorial, em Boa Vista, Roraima, em 1982, durante uma epidemia que identificou os sorotipos DENV-1 e DENV-4 (OSANAI et al., 1983). Posteriormente, em 1986, houve a reintrodução do DENV-1 no país, mais precisamente pelo Rio de Janeiro, resultando na disseminação pelo Brasil (SCHATZMAYR; NOGUEIRA; ROSA, 1986).

A ressurgência das epidemias no final do século XX configura atualmente um problema global de saúde pública e está associada ao crescimento da população mundial e urbanização das cidades, que geralmente acontece sem prévio planejamento e controle. A falta de controle efetivo do vetor antropofílico, *Aedes aegypti*, nas áreas endêmicas gerou um aumento na densidade populacional do mosquito e a expansão do comércio e das viagens internacionais contribuiu para a disseminação da doença, resultando em uma constante movimentação dos agentes infectantes,

garantindo repetidas introduções de novas cepas virais e novos sorotipos em regiões onde o mosquito vetor ocorre (CHEN; VASILAKIS, 2011).

O mosquito transmissor da dengue encontra condições altamente favoráveis para se reproduzir no *habitat* humano. As larvas são encontradas principalmente em água limpa parada contida em recipientes plásticos, pneus, vasos de plantas, latas, cisternas, bromélias, buracos em árvores, troncos de palmeiras, dentre outros (RIGAU-PÉREZ et al., 1998). O mosquito é mais ativo durante o dia com picos de atividade entre 2 e 3 horas após o nascer do dia e algumas horas antes do anoitecer. Uma única fêmea, a qual é responsável pela transmissão da doença, pode dispersar vários sorotipos do DENV e infectar vários indivíduos (GUBLER, 1997). O vetor se infecta ao ingerir sangue de um indivíduo durante o período de viremia (cerca de 5 dias) e pode transmitir a doença para outro indivíduo susceptível depois de um período de incubação extrínseca de 8 a 12 dias (RIGAU-PÉREZ et al., 1998). Uma vez infectado, o mosquito transmite o vírus pelo resto de sua vida (HALSTEAD, 1970).

1.2 Características do vírus

Assim como outros *Flavivirus*, as partículas virais do DENV são esféricas e relativamente pequenas, com 50 a 55nm de diâmetro, constituídas por *core* de ribonucleoproteínas e um envelope de lipoproteínas de formato icosaédrico. São compostas de 6% de RNA, 66% de proteína, 9% de carboidratos e 17% de lipídios (RUSSEL; BRANDT; DALRYMPLE, 1980).

O genoma é composto de RNA fita simples, polaridade positiva, e contém aproximadamente 11 kilobases (Kb) de comprimento. Possui uma região codificante flanqueada por duas regiões denominadas 5' e 3' UTRs (regiões não traduzidas), com aproximadamente 100 e 600 nucleotídeos (nt), respectivamente. A região 5' terminal do genoma de *Flavivirus* apresenta uma estrutura *cap* tipo 1 (m7GpppAm) seguida por uma sequência de nucleotídeos conservada 5'-AG-3'. A 3'UTR apresenta uma estrutura de *stem-loop* muito conservada que é necessária para a multiplicação viral (ZHOU et al., 2007). A partir da região codificante, é sintetizada pela RNA polimerase uma grande poliproteína (Figura 1) que é posteriormente clivada por proteases celulares e serino-proteases, codificadas pelo vírus em três proteínas estruturais (capsídeo, C; membrana, M; e envelope, E) e sete proteínas não-estruturais (NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B e NS5), importantes para a replicação viral e processamento do polipeptídeo (ALESHIN et al., 2007; CHAMBERS et al., 1990).

Considerando que a superfície viral seja composta principalmente pelas proteínas M e E entrelaçadas, estes antígenos são capazes de induzir resposta por anticorpos. A interação entre C, M e E resulta na própria conformação estrutural do vírus (CHANG, 1997).

Uma peptidase derivada do hospedeiro é responsável pelas clivagens ao nível das junções das proteínas C/prM, prM/E, E/NS1 e próxima da região carboxi-terminal da NS4A (CHAMBERS et al., 1990; STADLER et al., 1997). Uma serino-protease, codificada pelo vírus, é responsável pelas clivagens entre as junções das proteínas NS2A/NS2B, NS2B/NS3, NS3/NS4A, NS4A/NS4B E NS4B/NS5; a enzima responsável pela clivagem da NS1/NS2A até o momento é desconhecida (LINDENBACH; RICE, 2003).

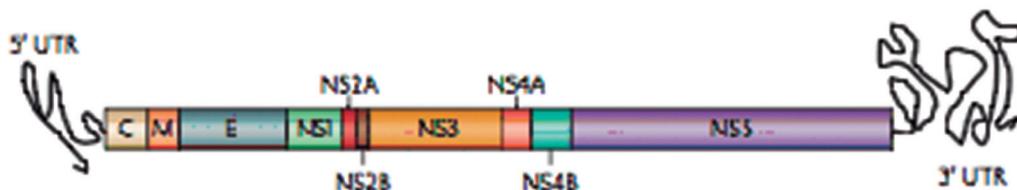


Figura 1. Organização do genoma do DENV. Fonte: Guzman et al. (2010).

A replicação do genoma ocorre nas membranas intracelulares. A montagem do vírion ocorre na superfície do retículo endoplasmático (RE) quando as proteínas estruturais e RNA recém-sintetizados ocupam o lúmen do RE. As partículas virais imaturas e partículas subvirais, ambas não infecciosas, são transportadas pela rede trans-Golgi. Partículas virais imaturas são clivadas pela furina protease do hospedeiro, resultando em partículas maduras (infecciosas). Partículas subvirais também são clivadas pela furina e juntamente com as partículas maduras são subsequentemente liberadas por exocitose (MUKHOPADHYAY; KUHN; ROSSMANN, 2005).

Além de serem classificados em quatro sorotipos, de acordo com a variabilidade antigênica, baseada na capacidade de neutralização do vírus pelo soro, também é possível classificar o vírus DENV em genótipos, baseando-se na variação genômica entre os sorotipos. Essas diferenças genotípicas parecem estar associadas com a diferença na virulência (KURANE; TAKASAKI, 2001; PIRES NETO et al., 2005). A classificação genética depende da região do genoma estudada, do método e da análise utilizados no estudo (CORDEIRO, 2008).

1.3 Isolamento e purificação do RNA viral

Um diagnóstico rápido e preciso da dengue é de suma importância para a detecção e controle eficaz de epidemias dessa doença. A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) pode ser citada como a técnica mais empregada no diagnóstico molecular. A PCR foi originalmente descrita por Saiki e colaboradores (1985) e desde então tem sido utilizada em vários campos da ciência. Esta técnica permite a identificação do agente patogênico através da amplificação de porções pré-de-

terminadas do genoma e quantificação da porção amplificada em gel de agarose, poliacrilamida ou sistemas fluorescentes. Para garantia no resultado final, a quantidade e qualidade do RNA utilizado na reação é essencial para que a detecção viral por PCR seja executada com sucesso. Dessa forma, a extração e purificação do RNA do vírus deve ser realizada (XIANG et al., 2001).

O isolamento do vírus da dengue é uma prática consolidada, sendo utilizada para detecção e sorotipagem do DENV em níveis elevados de sensibilidade. Na pesquisa e em laboratórios clínicos, os vírus isolados são caracterizados e sequenciados ou utilizados para uma variedade de experimentos de investigação. A fonte desse material pode ser o sangue, soro ou amostras de plasma oriundas de pacientes infectados. Todavia, o DENV não atinge concentrações tão elevadas como outros vírus nessas amostras, o que seria desejável para viabilizar sua utilização em ensaios biológicos. Assim, os vírus provenientes de amostras clínicas devem, muitas vezes, ser propagados e titulados em laboratório. Para isso, utilizam-se muitas linhagens de células derivadas de vertebrados e invertebrados, sendo que as mais comuns utilizadas para o isolamento do DENV são as células C6/36 da larva do mosquito *Aedes albopictus* (MEDINA et al., 2012). Após a propagação e a titulação, os vírus provenientes das culturas são submetidos ao processo de extração de RNA para que esse seja utilizado como molde na reação de Transcrição Reversa (RT), na qual ocorre a conversão de RNA em DNA Complementar (cDNA) e, por fim, o cDNA é amplificado por PCR.

Alguns métodos para extração de RNA foram descritos nos últimos anos (PAYTON; PINTER, 1999, PÉREZ et al., 1999; NUYTS et al., 2001), mas a maioria destes emprega reagentes tóxicos caros e métodos que consomem tempo ou de alta complexidade. Por isso, tem-se buscado métodos mais simples e diretos, melhorando a velocidade e eficiência do processo (XIANG et al., 2001, RIVAS et al., 2001).

Os métodos mais comuns utilizados para a extração de RNA viral são: fenol-guanidina, Trizol® e similares, Cloreto de Lítio/Ureia, kits de extração e purificação de ácidos nucleicos, entre outros. Através desses métodos ocorre uma intensa manipulação da amostra, além do grande consumo de tempo e reagentes. Dito isso, ressalta-se que o trabalho com RNA exige mais cuidados do que o trabalho com DNA, tendo em vista a instabilidade química dessa molécula e a existência de RNases no ambiente, manipulador, soluções e equipamentos. Essas enzimas, ao contrário das DNases, não necessitam de íons metálicos como cofatores e são ativas mesmo após limpeza comum e autoclavagem (MEDINA et al., 2012). Portanto, é desejável a utilização de métodos de isolamento de RNA viral cuja manipulação da amostra seja mínima. Diante do exposto, este trabalho demonstra uma metodologia rápida, de baixo custo e que permite a obtenção de RNA viral diretamente para ser utilizado na Reação de Transcriptase Reversa, dispensando

uma extração do ácido nucleico previamente e mantendo um rendimento equivalente aos métodos convencionais.

2 OBJETIVO

O objetivo deste texto é demonstrar uma metodologia alternativa na qual a conversão de RNA viral em DNA complementar (cDNA) dispensa uma extração de RNA previamente à reação de Transcrição Reversa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Cultura de células: clone C6/36 – larva de *Aedes albopictus*

A propagação dos quatro sorotipos do vírus da dengue (DENV1-4) foi realizada através da infecção em monocamada de células C6/36 aderentes em cultura. Essa linhagem foi cedida pelo Prof. Dr. Jonny Yokosawa (ICBIM-UFU), assim como as cepas virais do DENV. As células foram semeadas em garrafas de 25 cm², contendo 5 mL de meio Leibovitz 15 (L-15), na concentração 5% de Soro Fetal Bovino (SFB) e suplementado com Penicilina/Estreptomicina a 10.000U/mL e 10.000µg/mL, respectivamente; e, ainda, Anfotericina B (2mg/mL). As culturas foram incubadas a 29 °C em atmosfera-padrão, sem suplementação de CO₂.

3.2 Inoculação do vírus da dengue (DENV): sorotipos 1-4 em C6/36

As C6/36 foram semeadas em garrafas de 25 cm², com 5 mL de meio L15 a 10% de SFB até atingirem uma monocamada com confluência aproximada de 80-90%. Atingida essa quantidade, a monocamada foi lavada duas vezes com Tampão Fosfato Salino (PBS) em temperatura ambiente. Em seguida, 1 mL da amostra de cada sorotipo viral foi diluída em 2 mL de PBS e todo o volume adicionado à monocamada. As garrafas foram incubadas a 29 °C por 1 hora com agitação suave a cada 15 minutos. Após esse período, adicionou-se 5 mL de meio L15 a 2% de SFB em cada garrafa e incubou-se a 28 °C, até visualização de efeito citopático (ECP) ou totalização de 7 dias após infecção (DAI).

As células foram analisadas utilizando um microscópio ótico invertido com um aumento de 400x. Após a visualização do efeito citopático, ou totalizados os sete dias após a infecção, o meio de cultura foi removido das garrafas, armazenado em criotubos de 2 mL e estocado a -70 °C diretamente, sendo que uma alíquota de cada sorotipo viral produzida anteriormente foi inoculada por, no mínimo, três vezes sucessivamente em novas culturas com a finalidade de obter-se um maior título viral.

3.3 Extração e Transcrição Reversa do RNA viral em DNA complementar (cDNA)

Uma amostra de cada tipo viral foi descongelada em temperatura ambiente (aproximadamente 28 °C). Em seguida, uma alíquota de 50 µL do meio de cultura contendo as partículas virais foi submetida ao seguinte tratamento: agitação rápida em vórtex, por 20 segundos para promover a homogeneização do material, seguido de uma incubação a 95 °C por 10 minutos; e, por fim, uma nova agitação em vórtex por 10 segundos.

Para a reação de Transcrição Reversa foi utilizado 10 µL do meio de cultura, 2 µL de tampão 1X da M-MLV (*Moloney Murine Leukemia Virus - Reverse Transcriptase*, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA), 126 pmoles de hexâmeros randômicos, 1U de M-MLV (*Sigma Aldrich*, St. Louis, MO, USA), 0,2 mM de dNTPs, água tratada com DEPC (dietilpirocarbonato) para completar um volume final de 20 µL. A reação foi incubada a 37 °C por 1h20min em banho-seco.

3.4 Reação em Cadeia da Polimerase (PCR)

Três microlitros da reação de Transcrição Reversa foram utilizados para a amplificação do cDNA obtido na etapa anterior. Os componentes da reação foram: 1,5 mM de MgCl₂, 0,2 mM de dNTPs, 7 pmoles de cada primer (FOR e REV), 2,5 U de Taq DNA polimerase, 1X tampão da Taq e água ultrapura para completar um volume final de 20 µL. Para a amplificação, o programa utilizado foi desnaturação inicial por 3 min a 94 °C, seguido de 35 ciclos (94 °C por 30 seg, 55 °C por 45 seg e 72 °C por 10 min) e uma extensão final de 10 min a 72 °C. O produto obtido nessa etapa foi avaliado em eletroforese em gel de agarose 1,2% (m/v), corado com brometo de etídio (EtBr) e fotodocumentado em transiluminador (L-Pix/Loccus Biotecnologia).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Inoculação do vírus da dengue em cultura de células C6/36

Os vírus, quando inoculados em culturas celulares, iniciam a sua multiplicação logo após entrar na célula. Esta multiplicação viral irá provocar uma série de alterações fisiológicas e morfológicas na célula infectada que podem ser visualizadas por microscopia óptica. As alterações morfológicas que ocorrem nas células em cultura quando infectadas por vírus são denominadas de efeito citopático (BVS, 2015).

Essas mudanças são decorrentes da inibição da síntese de ácidos nucleicos e proteínas celulares, da fusão de células, da liberação de enzimas lisossômicas, das

modificações na permeabilidade celular e nas estruturas intracelulares e também aberrações cromossômicas. As alterações que ocorrem nas células, observadas ao microscópio, consistem na desorganização celular, aparecimento de espaços vazios, devido à lise e agregamento das células, aumento de tamanho etc. Por causa da morte celular, pode-se observar que células em monocamada, aderidas ao vidro ou plástico da parede da garrafa, passam a ser observadas em suspensão. Além disso, vários vírus induzem apoptose (morte celular programada) nas células infectadas (ALBERTS et al., 2002).

A cultura de células C6/36 foi realizada, resultando na multiplicação das mesmas. Após ser observada uma confluência aproximada de 80-90%, obtida após 1-2 dias incubadas a 28 °C, os 4 sorotipos virais do DENV foram inoculados. Os efeitos citopáticos (Figura 2) começaram a ser observados após 5 dias e os vírus foram coletados após 7 dias de infecção.

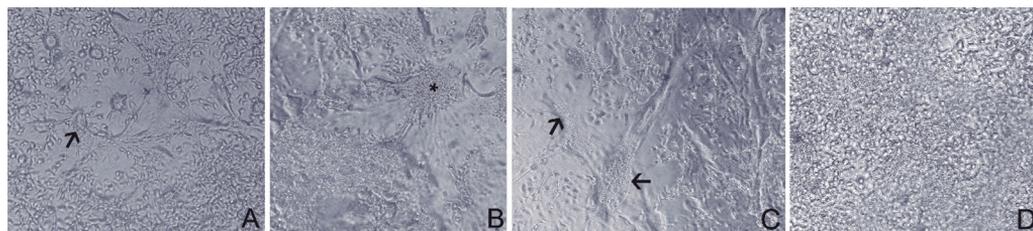


Figura 2. Fotomicrografia da cultura de células C6/36 em um aumento de 400 x. A), B) e C) Células com efeito citopático proveniente da inoculação do DENV. D) Células não infectadas.

A Figura 2 demonstra as alterações celulares provocadas pela infecção das células com o vírus DENV. Nas imagens A, B e C, pode-se observar a formação de vacúolos que são espaços vazios devido à morte e agregação celular e a formação de sincícios, que se refere à presença de células gigantes, multinucleadas, resultantes da fusão de várias células infectadas pelo vírus.

Esse resultado foi observado para todos os sorotipos do DENV. Os efeitos observados nas células indicaram a presença dos vírus, o que permitiu a coleta para extração do RNA viral de cada sorotipo.

4.2 Extração do RNA viral e PCR

Atualmente, as técnicas moleculares são indispensáveis para o diagnóstico e a detecção de micro-organismos, principalmente patogênicos, devido à sua alta sensibilidade e, sobretudo especificidade. Entretanto, todas estas técnicas dependem da obtenção dos ácidos nucléicos dos micro-organismos presentes nas amostras.

A técnica de PCR requer a extração do material genético do agente patogênico. Existem diversos protocolos de extração genômica, geralmente exclusi-

vos para cada espécie. Este material genético, produto da extração, deve estar presente na forma mais pura possível. O ideal é que esteja livre de impurezas (proteínas, lipídeos, outro ácido nucleico, reagentes de extração etc.) e em uma concentração mínima de 5 µg/mL para facilitar a realização das técnicas posteriores, assim como para aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos (DEGEN et al., 2006).

O RNA viral extraído pelo método de extração direta proposto, após ser convertido em cDNA pela reação RT, foi amplificado por PCR e avaliado por eletroforese. A eletroforese em gel de agarose permitiu a identificação por meio do perfil eletroforético de migração do produto de PCR, de cadeia dupla, dos quatro sorotipos virais (DENV1-4) que neste caso possui aproximadamente 150 pares de bases (pb) (Figura 3).

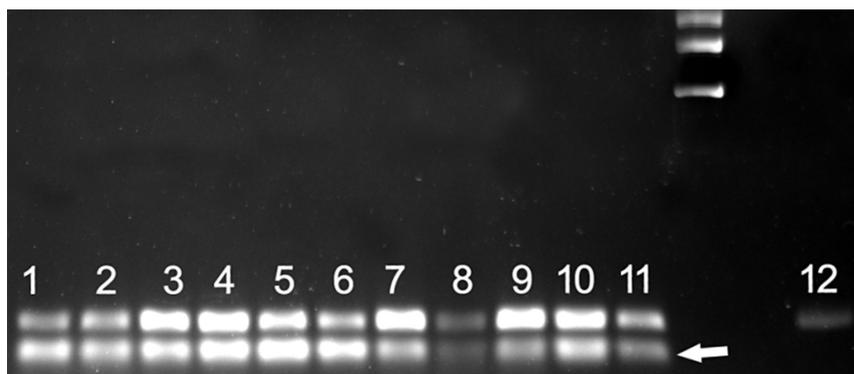


Figura 3. RT-PCR do RNA do vírus da dengue a partir de células C6/36 contaminadas e mantidas em meio de cultura L15. 1,2) DENV1; 3,4) DENV2; 5,6) DENV3; 7,9) DENV4; 8,10,11) extração de RNA com Trizol Reagent®; 12) controle positivo (150 pb). Seta: dímeros de primers.

Para fins de comparação, o RNA viral do meio de cultura celular foi extraído utilizando o método do Trizol Reagent® (*Life Technologies*), de acordo com as instruções do fabricante. Como é possível observar, não foram verificadas diferenças na PCR utilizando o método direto ou extraíndo o RNA total do meio de cultura. Portanto, a metodologia descrita aqui apresenta uma alternativa mais barata, rápida, que requer menor manipulação da amostra e possui rendimento equivalente ao método convencional.

Entretanto, o processo de extração apresentado ainda precisa ser otimizado, considerando que não apresenta bom resultado após o congelamento do cDNA. Ao realizar a PCR num período aproximado de 24 horas após conversão do RNA em cDNA, o qual foi imediatamente congelado, foi observado que a amplificação do material só foi possível utilizando o produto da RT imediatamente após a

síntese do cDNA não congelado e obtido no mesmo dia. Dessa forma, acredita-se que o cDNA sofreu algum tipo de alteração depois de um tempo de estocagem, o que pode indicar alguma instabilidade química proveniente do método de extração, não fornecendo um produto livre de debris celulares. Independentemente do tipo de estudo molecular, as preparações de ácidos nucleicos devem produzir amostras que não inibam as ações das enzimas da RT-PCR e que não causem interferência nos padrões de migração em gel de eletroforese (MARTINS; QUEIROZ; SOUSA, 2014), o que foi obtido nesse estudo.

O isolamento e a purificação de RNA são passos críticos devido ao RNA ser susceptível à degradação, consequência da sua estrutura química altamente reativa, o que pode prejudicar a estabilidade química e funcionalidade biológica e pode limitar o sucesso de investigações subsequentes do RNA (MARTINS; QUEIROZ; SOUSA, 2014). Para o processo de extração, algumas considerações são importantes na obtenção de ácido nucléico. Independentemente do método utilizado, esse processo envolve: (a) lise física ou bioquímica da partícula viral, com o objetivo de liberar o material genético; (b) purificação do ácido nucléico, etapa que envolve desnaturação, inativação e separação de proteínas e, (c) precipitação, em que se tem o material genético purificado e pronto para ser utilizado em etapas subsequentes (FREITAS et al., 2014). Dessa forma, uma etapa de precipitação do material genético poderia ser acrescentada no processo, para garantir a pureza do mesmo e evitar a ação de interferentes.

5 CONCLUSÃO

A dificuldade de trabalhar com RNA no laboratório, por causa da susceptibilidade estrutural dessa macromolécula devido à ação das enzimas RNAses presentes em extratos celulares, bem como no meio ambiente, e as impurezas presentes nas amostras de células ou preparações sintéticas, resultam em numerosos desafios para a extração e purificação seletiva de moléculas de RNA e em custos mais elevados para os laboratórios e indústrias biofarmacêuticas. Desse modo, é necessária a busca por novas metodologias que contornem esses desafios, a fim de se obter um procedimento eficiente e economicamente viável para a extração de RNA viral.

O método de extração de RNA do vírus DENV, feito diretamente do meio de cultura apresentado nesse trabalho, se mostrou promissor, uma vez que apresentou rendimento equivalente ao método tradicional, com a vantagem de ser um procedimento mais rápido, requerendo uma menor manipulação da amostra, além de ser mais barato. Contudo, essa técnica ainda precisa ser melhor padronizada, uma vez que não apresentou padrão de repetição utilizando cDNA congelado.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Isolating cells and growing them in culture** – Molecular Biology of the Cell. 4. ed. Nova York: Garland Science, 2002.
- ALESHIN, A. E.; SHIRYAEV S. A.; STRONGIN, A. Y.; LIDDINGTON, R. C. Structural evidence for regulation and specificity of flaviviral proteases and evolution of the *Flaviviridae* fold. **Protein Science**, v. 16, n. 5, p. 795-806, jan. 2007.
- BVS. Biblioteca Virtual em Saúde. DECS – Descritores em Ciência da Saúde. Disponível em: <<http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decserver>>. Acesso em: 4 out. 2015.
- CHAMBERS, T. J.; HAHN, C. S.; GALLER, R.; RICE, C. M. Flavivirus genome, organization, expression and replication. **Annual Reviews of Microbiology**, v. 44, p. 649- 688, 1990.
- CHANG, G. J. Molecular biology of Dengue virus. In: GUBLER, D. J.; KUNO, G. (Ed.) **Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever**. Nova York: CAB International. 1997. p. 175-197
- CHEN, R.; VASILAKIS, N. Dengue - Quo tu et quo vadis? **Viruses**, Basel, v. 3, p. 1562-1608, set. 2011.
- CORDEIRO, M. T.; SILVA, A. M.; BRITO, C. A. A.; NASCIMENTO, E. J. M.; MAGALHÃES, M. C. F.; GUIMARÃES, G. F.; LUCENA-SILVA, N.; CARVALHO, E. M. F., MARQUES, E. T. A. Characterization of a dengue patient cohort in Recife, Brazil. **Journal Tropical Medicine and Hygiene**, v. 77, n. 6, p. 1128-1134, 2007.
- DEGEN, H. J.; DEUFEL, A.; EISEL D.; GRÜNEWALD-JANHO, S.; KEESEY, J. PCR Applications Manual. 3. ed. Penzberg: **Roche Diagnostics GmbH**, 2006.
- FREITAS, T. K.; DESCHAMPS, J. C.; SOUZA, A. L.; CLAUS, M. P. Extração de RNA de rotavírus a partir de fezes de suínos. **Sinergia**, São Paulo, v.15, n.4, p.292-297, out/ dez. 2014.
- GUBLER, D. J. Dengue and dengue hemorrhagic fever: its history and resurgence as a global public health problem. In: GUBLER, D. J.; KUNO, G. (Ed) **Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever**. Nova York: CAB International, 1997. p. 1-22.
- GUZMAN, M. G.; HALSTEAD, S. B.; ARTSOB, H.; BUCHY, P.; FARRAR, J.; GUBLER, D. J.; HUNSPERGER, E.; KROEGER, A.; MARGOLIS, H. S.; MARTÍNEZ, E.; NATHAN, M. B.; PELEGRINO, J. L.; SIMMONS, C.; YOKSAN, S.; PEELING, R. W. Dengue: a continuing global threat. **Nature Reviews Microbiology**, Londres, p. S7-S16, 2010.
- HALSTEAD, S. B. Observations related to pathogenesis of dengue hemorrhagic fever. VI Hypothesis and discussion. **Yale Journal of Biology and Medicine**, New Haven, v. 42, p. 350, 1970.
- HAMMON, W. M.; RUDNICK A.; SATHER, G.; ROGERS, K. D.; MORSE, L. J. New hemorrhagic fevers of children in the Philippines and Thailand. **Transactions of the Association of American Physicians**, Filadélfia, v. 73, p. 140-155, 1960.
- KIMURA, R.; HOTTA, S. Studies on dengue virus (VI). On the inoculation of dengue virus into mice. **Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi**, Tóquio, v. 3379, p. 629-633, 1944.

- KURANE, I.; TAKASAKI, T. Dengue fever and dengue haemorrhagic fever: challenges of controlling an enemy still at large. **Reviews in Medical Virology**, v. 11, p. 301-311, out. 2001.
- LINDENBACH, B. D.; RICE, C. M. Molecular Biology of Flavivirus. In: CHAMBERS T. J.; MONATH T. P. *Advances in virus research: The Flavivirus: structure, replication and evolution*. California, Academic Press, v. 59, p. 23-61, 2003.
- MARTINS, R.; QUEIROZ, J. A.; SOUSA, F. Review: Ribonucleic acid purification. **Journal of Chromatography A**, 1355, p. 1-14, jun. 2014.
- MEDINA, F.; MEDINA, J. F.; COLÓN, C.; VERGNE, E.; SANTIAGO, G. A.; JORDÁN, J. L. M. Dengue virus: isolation, propagation, quantification, and storage. **Current Protocols in Microbiology** 15D.2.1-15D.2.24, nov. 2012.
- MUKHOPADHYAY, S.; KUHN, R. J.; ROSSMANN, M. G. A structural perspective of the Flavivirus life cycle. **Nature Reviews Microbiology**, Londres, v. 3, p. 13-22, jan. 2005.
- NUYTS, S.; VAN MELLAERT, L.; LAMBIN, P.; ANNÉ, J. Efficient isolation of total RNA from *Clostridium* without DNA contamination. **Journal of Microbiological Methods**, v. 44, p. 235-238, jan. 2001.
- OSANAI, C. H.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P.; TANG, A. T.; AMARAL, R. S.; PASSOS, A. D.; TAUIL, P. L. Dengue outbreak in Boa Vista Roraima preliminary report. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 25, p. 53-54, 1983.
- PAYTON, M.; PINTER, K. A rapid novel method for the extraction of RNA from wild-type and genetically modified kanamycin resistant mycobacteria. **FEMS Microbiology Letters**, v. 180, p. 141-146, nov. 1999.
- PEREZ, J. A.; ARAGÓN, Z.; PIÑERO, J. E.; del CASTILLO, A.; de ARMAS, F.; VALLADARES, B. Validation of a rapid method for extraction of total RNA applied to *Leishmania promastigotes*. **Journal Parasitology**, v. 85, p. 757-758, 1999.
- PIRES NETO, R. J.; LIMA, D. M.; de PAULA, S. O.; LIMA, C. M.; ROCCO, I. M.; FONSECA, B. A. L. Molecular epidemiology of type 1 and 2 dengue viruses in Brazil from 1988 to 2001. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo, v. 38, p. 843- 852, jun. 2005.
- RIGAU-PÉREZ, J. G.; CLARK, G. G.; GUBLER, D. J.; REITER, P.; SANDERS, E. J.; VORNDAM A. V. Dengue and dengue hemorrhagic fever. **The Lancet**, Londres, v. 352, p. 971-977, 1998.
- RIVAS, R.; VIZCAÍNO, N.; BUEY, R. M.; MATEOS, P. F.; MOLINA, E. M.; VELÁZQUEZ, E. An effective, rapid and simple method for total RNA extraction from bacteria and yeast. **Journal of Microbiological Methods**, v. 47, p. 59-63, 2001.
- RUSSEL, P. K.; BRANDT, W. E.; DALRYMPLE, J. M. Chemical and antigenic structure of *Flaviviruses*. In: Schlesinger, R. W. (Ed) *The Togaviruses: biology structure, replication*. Nova York: Academic Press, 1980. p. 503-529.
- SABIN, A. B.; SCHLESINGER, M. C. Production of immunity to dengue with virus modified by propagation in mice. **Science**, Washington, v. 101, p. 640-642, 1945.

SCHATZMAYR, H. G.; NOGUEIRA, R. M. R.; ROSA, A. P. A. T. An outbreak of dengue virus at Rio de Janeiro – 1986. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 81, n. 2, p. 245-246, 1986.

SAIKI, R. K.; SCHARE, S.; FALOONA, F.; MULLIS, K. B.; HORN, G. T.; ERLICH, H. A.; ARNHEIM, N. Enzymatic amplification of β -globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science*. v. 230, p. 1350-1354, dez. 1985.

STADLER, K.; ALLISON, S. L.; SCHALICH, J.; HEINZ, F. X. Proteolytic activation of tick-borne encephalitis virus by furin. *Journal of Virology*, v. 71, n. 11, p. 8475-8481, nov. 1997.

XIANG, X.; QIU, D.; HEGELE, R. D.; TAN, W. C. Comparison of different methods of total RNA extraction for viral detection in sputum. *Journal of Virological Methods*, v. 94, p.129-135, fev. 2001.

WESTAWAY, E. G. Flaviviridae. *Intervirology*, v. 24, p. 183-189, 1985.

WESTAWAY, E. G.; BLOK, J. Taxonomy and evolutionary relationships of flaviviruses. In: GUBLER, D. J. *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*. Londres: CAB International, 1997. p. 147-173.

WHO. World Health Organization. **Impact of Dengue**. Disponível em: <<http://www.who.int/csr/disease/dengue/impact/>>. Acesso em: 13 mai. 2015.

ZHOU, Y.; RAY, D.; ZHAO, Y.; DONG, H.; REN, S.; LI, Z.; GUO, Y.; BERNARD, K., A.; SHI, P.; LI, H. Structure and function of *Flavivirus* NS5 methyltransferase. *Journal Virology*, v. 81, n. 8, p. 3891-903, abr. 2007.

Parte III

14

CAPÍTULO

APROVEITAMENTO DO REJEITO DA MINERAÇÃO DE CALCÁRIO UTILIZANDO A BRIQUETAGEM COMO PROCESSO DE AGLOMERAÇÃO

Mariana Rezende de Barros¹

André Carlos Silva¹

Elenice Maria Schons Silva¹

Douglas Yusuf Marinho¹

¹ Unidade Especial Acadêmica de Engenharia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: mrezendeb@outlook.com

Agradecimentos: Às agências de fomento CNPq, CAPES e FAPEG pelo auxílio financeiro, primordial para a realização do presente estudo, bem como à Cala Calcário Lagamar Ind. Comércio por ceder o calcário utilizado no estudo e a Universidade Federal de Goiás.

Resumo: Aplicação tecnológica na agricultura dentro do sistema de produção é realidade globalizada. Calagem é uma prática barata, porém é negligenciada quanto ao seu uso. A briquetagem consiste na aglomeração de partículas finas através de pressão, com ou sem aglutinantes, permitindo obtenção de produtos compactados, com forma, tamanho e parâmetros mecânicos adequados. A recente preocupação ambiental, resultando em leis mais rígidas, além da necessidade de aproveitar economicamente resíduos e partículas finas geradas no beneficiamento de minérios fez com que a briquetagem voltasse a ser uma importante alternativa para aglomerar valor econômico. O objetivo deste trabalho foi aglomerar finos de calcário gerados no processamento através da briquetagem, variando dosagens de água (utilizada como agente aglomerante) de 0; 5; 7,5; 10; 12,5 e 15%. Os briquetes foram submetidos a testes de queda a 30, 60, 90, 120 e 150 cm de altura. Melhores resultados encontrados para resistência foram obtidos com 7,5% de umidade, com médias de 21 quedas para 30 cm e 10 quedas para 60 cm. Tais resultados apresentaram-se favoráveis quando comparados à literatura, a qual cita que para briquetes sem cura, consideram-se 3 quedas a 0,3 m como valor razoável. Resultado obtido é sete vezes maior que o mínimo necessário.

Palavras-chave: Briquetes. Finos. Calcário. Aglomerante.

Abstract: Technological application in agriculture within the production system is globalized reality. Liming is a cheap practice, but is neglected as to its use. Briquetting is the agglomeration of fine particles by pressure, with or without a binder, allowing obtaining compacts, the shape, size, and adequate mechanical parameters. The recent environmental concern, resulting in stricter laws, and the need to economically harness waste and fine particles generated in ore processing caused briquetting back be an important alternative for forming economic value. The objective was to agglomerate fine limestone generated in the same processing by briquetting, varying amounts of water (used as a binding agent) 0; 5; 7.5; 10; 12.5 and 15%. The briquettes were subjected to drop tests at 30, 60, 90, 120 and 150 cm. Best results found for resistance were obtained with 7.5% moisture, with averages of 21 falls to 30 cm and 10 falls to 60 cm. These results were favorable when compared to the literature, which mentions that for briquettes no cure, it is considered 3 falls to 0.3 m as a reasonable value. Result is seven times higher than the minimum required.

Keywords: Brickettes. Limestone. Slim. Agglomeration.

1 INTRODUÇÃO

Desde tempos remotos, rochas calcárias e dolomitos têm sido amplamente usados para diversos fins. Desde os tempos das cavernas, como nos tempos bíblicos e na Antiguidade, pode-se constatar a existência de relatos e comprovações arqueológicas relacionados ao uso dos calcários e dos dolomitos, bem como de seus produtos derivados em obras grandiosas e nos empregos domésticos. Para fins voltados à agricultura, não existem determinações permanentes dos teores de carbonato de cálcio a serem aplicados com a finalidade de favorecer a função agrícola, porém quanto maior o teor de CaCO_3 , menor será a quantidade fundamental para sua utilização (NAHASS; SEVERINO, 2003).

De acordo com Nahass e Severino (2003), a agricultura moderna deve ser voltada ao desenvolvimento sustentável, criando e mantendo a produtividade do solo a longo prazo. Os sistemas agrícolas, de uma forma geral, empregados aos conceitos de sustentabilidade, isto é, usar sem deprestar, de modo a que os recursos naturais, notadamente o solo e a água, possam ser transferidos às gerações futuras, com um legado usufruto em condições de capacidade produtiva.

Ainda pelos mesmos autores, o uso, com tecnologia apropriada do calcário, protege o ambiente, incrementa a eficiência dos nutrientes e dos fertilizantes, melhora a efetividade de alguns herbicidas e aumenta a produtividade do cultivo. O excesso de acidez é um dos principais impedimentos para a obtenção de alta rentabilidade e produtividade dos solos.

A aplicação da tecnologia na agricultura dentro do sistema de produção é uma realidade, principalmente com a abertura de novos mercados através da globalização. Dentre as tecnologias disponíveis à agricultura, talvez o que promova maior retorno econômico seja o calcário, pois, na região tropical, tem-se, com alta frequência, solos com reação ácida, que limitam o crescimento e a produção da maioria das culturas comerciais (PRADO, 2003).

Pesquisas exaustivas e abundantes comprovam que os solos brasileiros são em sua maioria muito ácidos e que a correção de sua acidez pela calagem é imprescindível para se obter uma colheita abundante. Em não sendo utilizada a calagem em alguns solos, os rendimentos de algumas culturas são tão baixos que o seu cultivo se torna economicamente inviável (VOLKWEISS et al., 1995).

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável (FARIAS, 2002). Porém, é evidente que a mineração causa impactos ambientais consideráveis. De acordo com Silva (2007), ela altera intensamente a área minerada e as áreas vizinhas,

em que são feitos os depósitos de estéril e de rejeito. Além do mais, quando há a presença de substâncias químicas nocivas na fase de beneficiamento do minério, isto pode significar um problema sério do ponto de vista ambiental.

A recente preocupação ambiental, resultando em leis cada vez mais rígidas, além da necessidade de aproveitar economicamente os resíduos e as partículas finas geradas no beneficiamento de minérios, fez com que a briquetagem voltasse a ser uma importante alternativa para aglomerar valor econômico (CARVALHO; BRINCK, 2010). Ainda de acordo com autores Carvalho e Brinck (2010), a briquetagem consiste na aglomeração de partículas finas por meio de pressão, com auxílio ou não de um aglomerante, permitindo a obtenção de um produto não só compactado, porém com forma, tamanho e parâmetros mecânicos adequados. Redução de volumes do material, em alguns casos, além dos benefícios tecnológicos, permite que materiais finos possam ser transportados e armazenados de forma mais econômica.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi o aproveitamento do rejeito de mineração do calcário, o qual gera um tipo específico conhecido como *filler*, com granulometria ultrafina (passante na peneira de 500#) que, por meio de processos de aglomeração (a briquetagem), foram utilizados, diminuindo este passivo ambiental gerado pela estocagem do resíduo em barragens de rejeito.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Modelamento e Pesquisa em Processamento Mineral da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, utilizando calcário *filler* (material tipicamente passante em 500#), proveniente da região de Lagamar – Minas Gerais.

O primeiro teste realizado foi o estudo da quantidade de água para homogeneização do calcário para conformação do briquete. O estudo de umidade dos briquetes foi realizado com 0; 5; 7,5; 10; 12,5 e 15% de água em peso. Na porcentagem de 12,5% a conformação do briquete apresentou-se pouco mais difícil, pois apenas a água extravasa para fora do cilindro quando aplicada a pressão desejada, porém a retirada no briquete da forma ainda era possível e a com a porcentagem de 15% de umidade não foi possível à fabricação do briquete, pois o material, depois que aplicada a pressão necessária, transbordava totalmente para fora do cilindro.

O calcário utilizado nos experimentos teve sua massa específica determinada através de picnometria, sendo a análise granulométrica realizada por peneiramento a úmido, efetuado em triplicata. Massas de 50g de calcário foram peneiradas com adição de solução de metassilicato de sódio a 1%. Uma amostra do calcário foi enviada para análise química, realizada pelo Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

Avaliou-se o potencial de aglomeração do calcário por meio da briquetagem com água como agente aglomerante, utilizando uma massa de calcário de 15g em cada composição elaborada. Após homogeneização da mistura de calcário e água, a massa resultante foi colocada em uma briquetadeira (Figura 1) e aplicou-se compressão uniaxial nesta de modo a promover a aglomeração do material sob pressão de 2 toneladas aferidas através de um manômetro instalado na prensa hidráulica utilizada no experimento e no tempo cronometrado de 2 minutos.

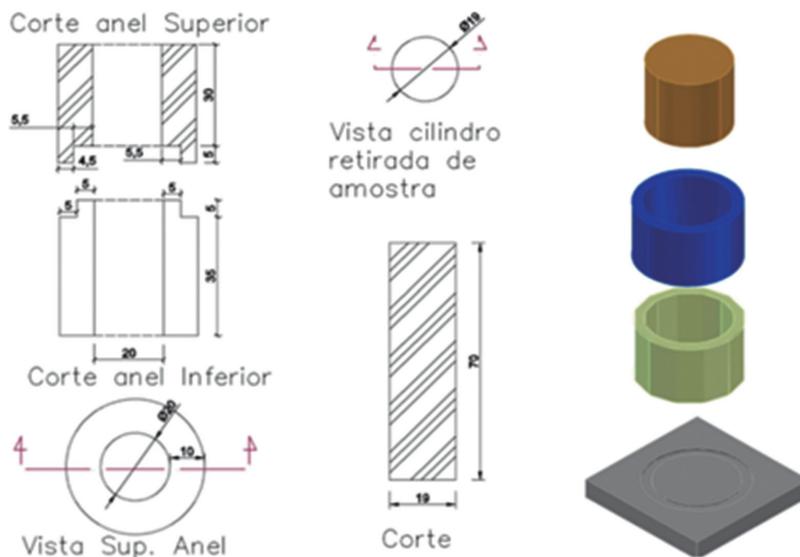


Figura 1. Cortes e vistas do cilindro utilizado para produção dos briquetes.

A adição da água foi realizada com pipetas graduadas para garantia do correto volume conforme a quantidade de líquido necessária. Em um béquer de 250mL foram adicionados os 15g de calcário e a quantidade de água parcelada em 3 vezes para garantir que a homogeneização da mistura fosse a melhor possível, sendo esta etapa realizada com ajuda de uma espátula.

Após a determinação da quantidade de água para conformação dos briquetes, eles foram produzidos para realização dos testes de queda. Os testes foram realizados através da queda livre dos briquetes em alturas padronizadas de 30, 60, 90, 120 e 150cm através da colocação de um suporte metálico graduado que garantia o padrão de queda. O briquete foi submetido à altura de 30cm e aferido seu peso na balança de precisão acima supracitada, sendo o mesmo briquete, após pesado, recolhido e submetido à altura posterior repetindo este processo até que perdesse 5% de sua massa original. Por fim, os briquetes foram pesados e medidos (diâmetro e altura), de modo a calcular a massa específica de cada um deles.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa específica encontrada nos ensaios de picnometria foi de 2,765 g/cm³, resultado obtido que pode ser confirmado por valores encontrados na literatura (2,72 a 2,87 g/cm³) (SAMPAIO; ALMEIDA, 2008). A análise granulométrica de calcário é apresentada na Figura 2.

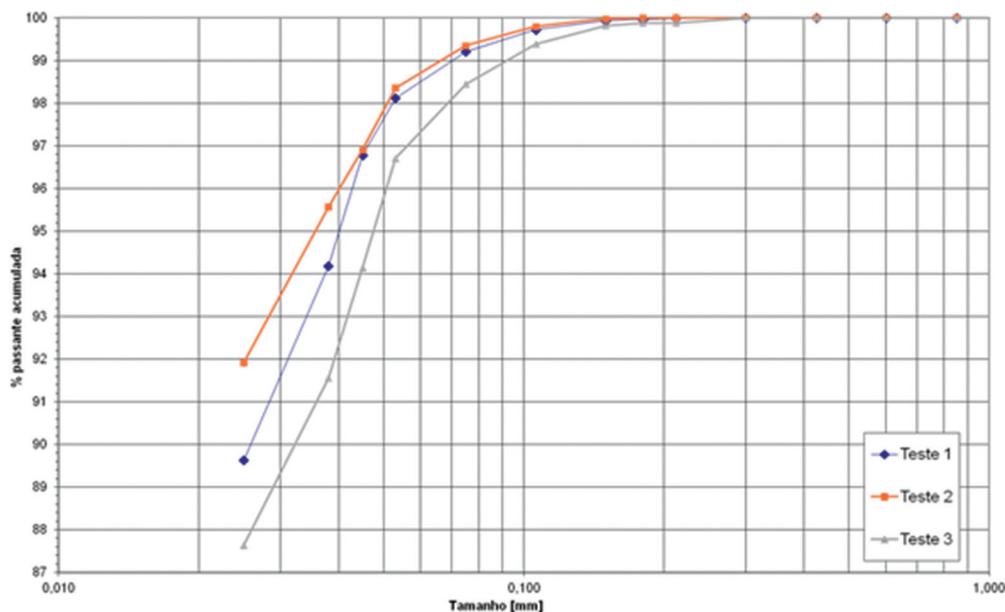


Figura 2. Análise granulométrica das amostras de calcário.

A partir da análise do gráfico acima, pode-se concluir que, pela média dos três testes, uma quantidade de material superior a 90% possui granulometria passante na peneira de 500#, evidenciando-se, assim, as dimensões extremamente pequenas das partículas de calcário utilizado nos ensaios de aglomeração. A Tabela 1 apresenta o resultado da análise química da amostra de calcário utilizado nos testes, sendo classificado como calcário dolomítico D. A classificação foi obtida baseando-se no teor de óxido de magnésio (Calcítico: < 5% MgO, Dolomítico: > = 5% MgO) e o grupo quanto ao PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) - grupo D (>90%).

Tabela 1. Análise química da amostra de calcário

CaO	CaCO ₃	MgO	MgCO ₃	PN	ER	PRNT
33,6	59,8	11,1	23,3	100,0	99,6	99,6

As Figuras 3a e 3b apresentam vistas dos briquetes de calcário a partir do calcário *filler* com forma, tamanho e parâmetros mecânicos adquiridos após o processo de briquetagem antes da submissão aos testes de queda. As Figuras 3c e 3d mostram briquetes submetidos a testes de quedas a 30cm de altura até perderem 5% da massa. As figuras apresentam briquetes com 7,5% de umidade, os quais demonstraram maior resistência mecânica. Os briquetes possuem dimensões médias de 1,93cm de diâmetro e 2,36cm de altura. Houve fraturas apenas em suas extremidades, não obtendo o desprendimento de grandes fragmentos.

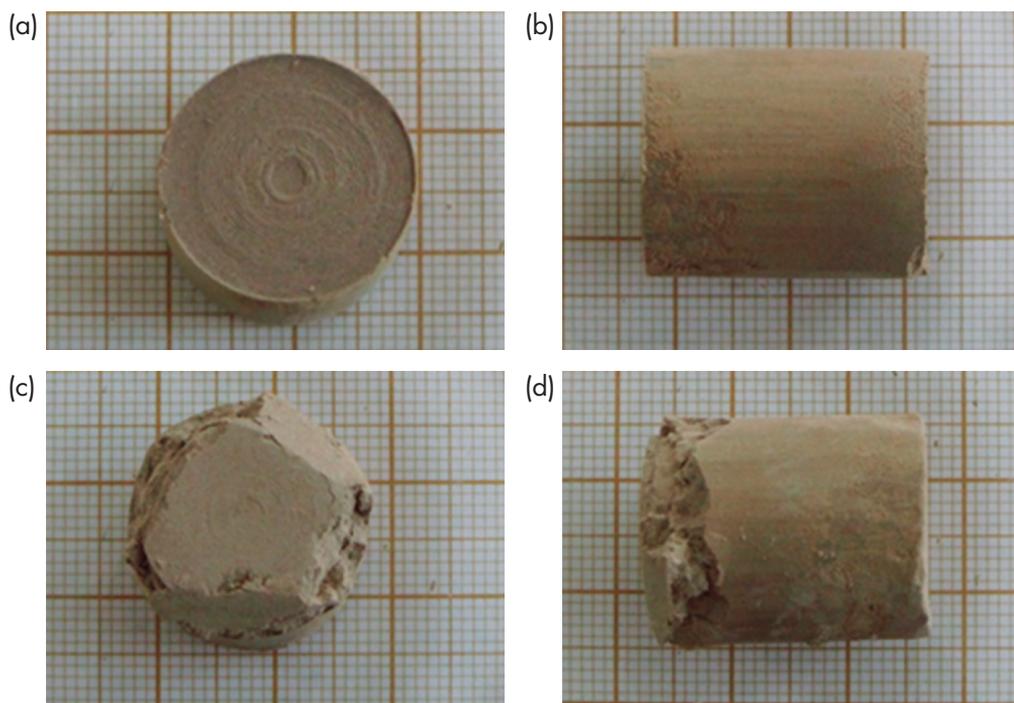
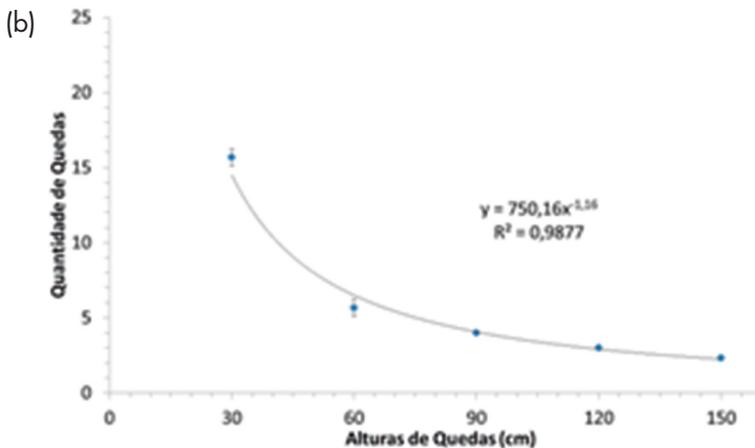
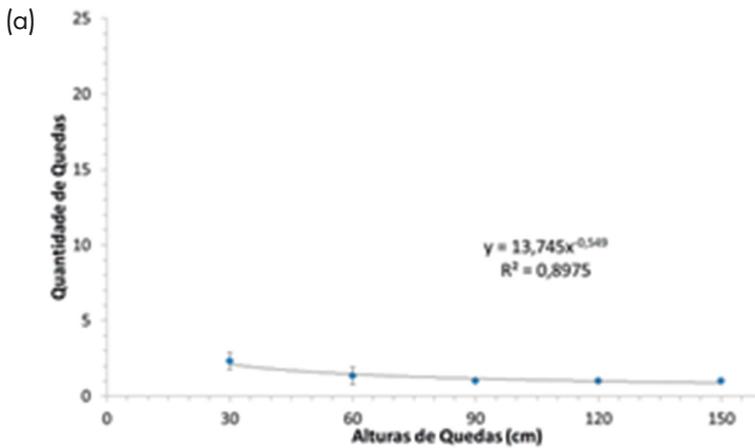


Figura 3. Vistas dos briquetes: (a) superior e (b) lateral antes do teste de queda, e (c) superior e (d) lateral após o teste de queda.

De acordo com a análise dos gráficos, pode-se perceber que há uma redução no número de quedas quando se eleva as alturas nos testes. Sem a adição de aglomerantes (Figura 4a) o briquete se mostrou frágil, suportando uma média menor que 5 quedas a 30cm e reduzindo sua resistência mecânica nas demais, se rompendo e gerando grandes fragmentos. Já com a adição de água como aglomerante (Figuras 4b, 4c, 4d e 4e), os briquetes obtiveram maior resistência mecânica nas primeiras duas alturas, demonstrando assim seu potencial para briquetagem deste material utilizando água como aglomerante.

A resistência ao impacto foi determinada pelo número de quedas consecutivas que o briquete consegue resistir sem fragmentar-se com perda de massa de até 5% (CARVALHO; BRINCK, 2010). Considera-se uma perda de massa de até 5% como um valor ótimo para estes tipos de briquetes, sendo considerados ruins quando as perdas são superiores a 10%. Tais resultados apresentaram-se favoráveis quando comparados à literatura, a qual cita que para briquetes sem cura, consideram-se 3 quedas a 0,3m como um valor razoável (CARVALHO; BRINCK, 2010). O resultado obtido é sete vezes maior que o mínimo necessário, com uma média de 22 quedas a 30cm de altura com 7,5% de umidade.



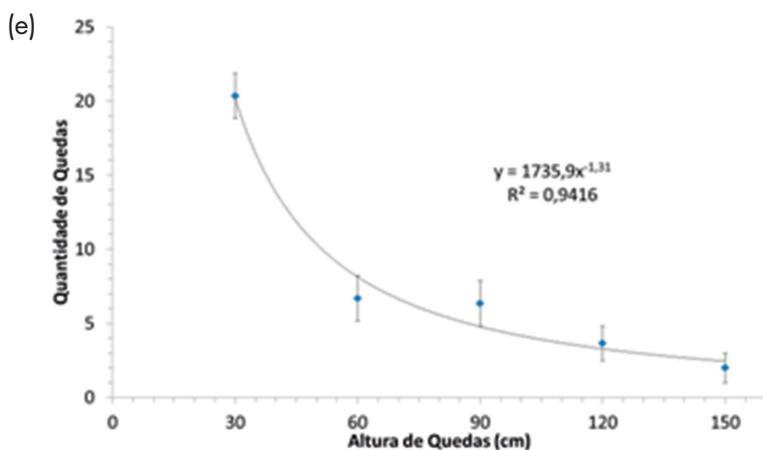
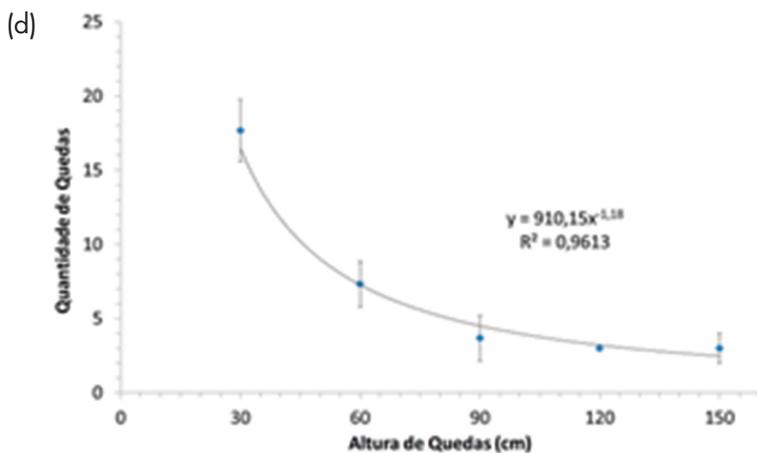
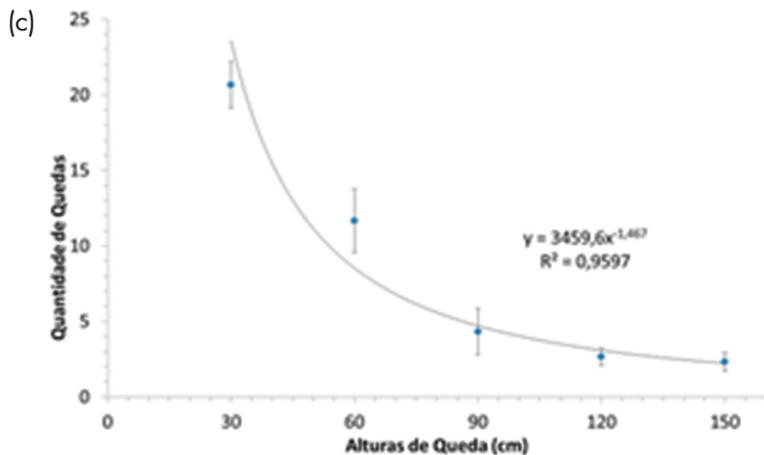


Figura 4. Quantidade de quedas em relação às alturas de queda a (a) 0; (b) 5; (c) 7,5; (d) 10 e (e) 12,5% de umidade no teste de resistência ao impacto.

Na Figura 5, a massa específica encontrada nos ensaios de picnometria apresenta resultados que diferem dos dados encontrados a partir da medição e do peso dos briquetes. A massa específica do briquete, variando as porcentagens de água, não chegou ao resultado da picnometria do calcário de $2,765 \text{ g/cm}^3$, apresentando resultados inferiores, pois entende-se que durante a aplicação de pressão utilizando a prensa hidráulica, os poros dos briquetes foram preenchidos por água, que possui massa específica de 1 g/cm^3 , e dessa forma os briquetes não teriam a mesma massa específica definida pelo teste do picnômetro, justificando sua densidade menor que a esperada.

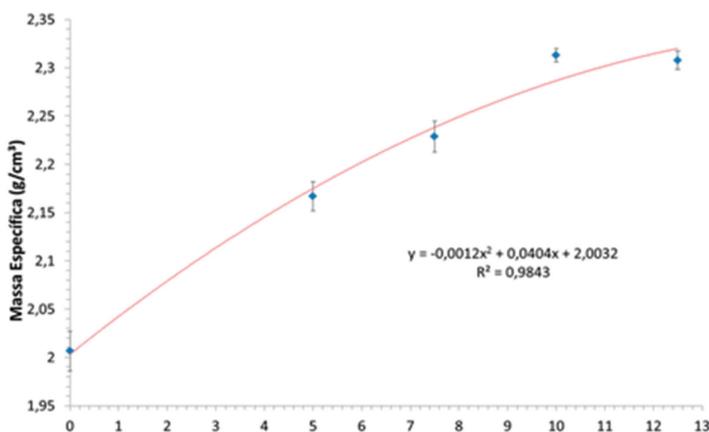


Figura 5. Variação da massa específica dos briquetes em relação à umidade.

Nesse caso, os briquetes apresentaram o melhor desempenho nas alturas de 30 e 60cm, a 7,5% de umidade com médias de 21 e 9 quedas, respectivamente, e 21 e 6 quedas também a 30 e 60cm de altura na devida ordem a 12,5% de umidade.

4 CONCLUSÃO

Diante das análises dos resultados obtidos, pode-se comprovar que a briquetagem é uma opção tanto quantitativa quanto qualitativa quando se trata da necessidade da reutilização de algum material, pois minimiza a quantidade de material exposto e atribui valor ao final do processo, fazendo com que o resíduo, antes não utilizado, possa ser finalmente aproveitado.

O calcário *filler*, gerado através do tratamento mineral do calcário, apresentou características apropriadas para a geração de briquetes. Dessa forma, causou a redução de material exposto em barragens de rejeito, diminuindo o impacto ambiental. A umidade utilizada nas amostras foi considerada favorável para a geração dos produtos finais.

O produto final visado pelo processo de aglomeração desenvolvido é tornar a aplicação do calcário *filler* na agricultura pelo produtor rural sem haver perdas a partir de ações de intemperismos, utilizando os produtos gerados pela briquetagem. E também para produção de cal virgem através de procedimentos em mufla.

Ainda estão sendo realizados testes utilizando outros aglomerantes além da água para observar se há aumento da resistência dos briquetes. E o estudo para análise econômica deste novo produto no mercado.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, E. A.; BRINCK, V. **Agglomeração**. Parte I: Briquetagem. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral; Ministério da Ciência e Tecnologia; Coordenação de Processos Mineraiis – COPM, 2010.
- FARIAS, C. E. G. **Mineração e o meio ambiente no Brasil**. Relatório preparado para o CGEE, 2002.
- NAHASS, S.; SEVERINO, J. **Calcário Agrícola no Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2003.
- PRADO, R. M. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: revisão de literatura. Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 7-16, jul.-set. 2003.
- SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. Rochas e minerais industriais. In: LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. **Calcário e Dolomito**. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005.
- SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, n. 8, nov. 2007.
- VOLKWEISS, S. J.; TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

FLOTAÇÃO DE APATITA UTILIZANDO ÓLEO DE PINHÃO-MANSO

Izabela Letícia Almeida de Moraes¹

André Carlos Silva¹

Elenice Maria Schons Silva¹

Agradecimentos: Às agências de fomento CNPq, CAPES e FAPEG pelo auxílio financeiro, primordial para a realização do presente estudo, bem como à Embrapa Agroenergia e à Claraint por ceder amostras utilizadas no estudo e à Universidade Federal de Goiás.

Resumo: As reservas brasileiras de rochas fosfáticas estão concentradas em maioria nos estados de Minas Gerais e Goiás, onde também está concentrada

¹ Unidade Acadêmica Especial de Engenharia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: izabela-lets@hotmail.com

grande parte do cultivo do pinhão-manso (*Jatropha Curcas* L.), rico em ácidos graxos, que apresenta predominância de ácido linoleico, seguido do ácido oleico e do ácido palmítico. O pinhão-manso é um fruto que contém três castanhas com teor de óleo variando entre 22-48%. Em virtude de sua toxicidade, não é uma castanha comestível, o que o torna economicamente viável para ser utilizado em processos industriais. Além da nova exploração do óleo para fins voltados à mineração, o material resultante da prensagem está sendo explorado como biocombustível e tinta para escâner. O presente artigo apresentou a aplicação do óleo de pinhão-manso (OPM) extraído por prensagem como coletor em testes de microflotação, em virtude da rica composição em ácidos graxos na castanha. O óleo foi saponificado a quente utilizando álcool 95% e NaOH e então foram feitos os testes de microflotação em tubo de Hallimond com o uso de minerais puros apatita com pH 8, 9 e 10. Os resultados apresentaram que teve melhor recuperação no pH 10 e para os demais pontos de recuperação para os dois coletores testados apresentaram resultados próximos e superiores a 90% de recuperação, mostrando que o óleo de pinhão-manso pode ser usado como coletor na flotação deste mineral.

Palavras-chave: Óleo de pinhão-manso. Coletor. Microflotação. Apatita.

Abstract: The Brazilian reserves of phosphate rock are concentrated in majority in the states of Minas Gerais and Goiás, which also concentrate much of the jatropha cultivation (*Jatropha Curcas* L.), rich in fatty acids and has predominance in linoleic acid, followed by acid oleic and palmitic acid. The *Jatropha Curcas* is a fruit that contains three chestnuts inside that have oil content ranging from 22-48%. Due to its toxicity, it is not an edible nut which makes it economically viable to be used in industrial processes. Besides the new exploration of oil for purposes aimed at mining, material resulting from the pressing is being explored as biofuel, scanner for paint. This article introduced the application of *Jatropha Curcas* oil (JCO) extracted by pressing as collector in apatite microflotation tests, due to its rich composition of fatty acids in nuts. The hot oil was saponified using 95% alcoholic solution and NAOH and then the microflotation tests were made in Hallimond tube with the use of pure mineral apatite at pH 8, 9 and 10. The results indicate better recovery at pH 10 and other recovery points to the two collectors tested showed similar results and over 90% recovery indicating that JCO can be used as collector in the flotation of this mineral.

Keywords: Jatropha oil. Collector. Microflotation. Apatite.

1 INTRODUÇÃO

O aumento do mercado consumidor de fertilizantes fosfatados no Brasil é muito superior ao que se produz. Segundo Fonseca (2013), o governo está exigindo dos grandes grupos investimentos em pesquisas para melhorar a extração

das reservas brasileiras já descobertas em nome do interesse nacional. As reservas brasileiras de rochas fosfáticas estão concentradas principalmente nos Estados de Minas Gerais com 67,9% desse total, seguido de Goiás com 13,8%, São Paulo com 6,1%, que juntos participam com 87,8% das reservas do país. O estado de Minas Gerais foi responsável, em 2013, por produzir 49% do fosfato nacional, seguido de Goiás, com 36%, São Paulo, com 10%, Bahia, com 4%, e Tocantins com o restante (NOVAES et al., 2001).

A maioria dos minerais de fósforo das rochas fosfatadas pertence ao grupo da apatita ($\text{Ca}_5(\text{Cl, F, OH})(\text{PO}_4)_3$), um fosfato cristalino de cálcio com carbonato e com teor de P_2O_5 entre 4 e 15%. Os depósitos de apatita possuem uma complexa mineralogia, contendo impurezas que influenciam na recuperação de fósforo nas usinas de beneficiamento desses minérios. Em virtude disso, a pesquisa apresenta melhorias tecnológicas que já foram realizadas na tentativa de aproveitamento da apatita (SOUZA; FONSECA, 2008).

O esquema de reagentes de flotação é fator determinante na eficiência do processo. O uso de reagentes tem por finalidade aumentar as diferenças entre as características originais das superfícies dos minerais presentes no processo. Desta maneira, possibilita-se a separação, uma vez que quanto mais distintas forem as superfícies das espécies a serem separadas, maior a probabilidade de êxito. A flotação deve ser seletiva (BALTAR, 2008).

O potencial dos ácidos graxos como agentes coletores na flotação é reconhecido na literatura. Os coletores aniônicos classificam-se em sulfidrílicos ou oxidrílicos. Dentro do grupo de coletores oxidrílicos destacam-se, dentre outros, os carboxílicos, grupo ao qual pertencem os ácidos graxos (BALTAR, 2008).

Brandão, Caires e Queiroz (1994) realizaram testes de microflotação em tubo de Hallimond com apatita pura, usando como coletores sais de sódio dos ácidos graxos palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico em função do pH. Os resultados demonstraram que os ácidos graxos insaturados (linoleico, oleico e linolênico) tiveram desempenho superior em relação aos saturados.

Costa (2012) analisou o uso de óleos vegetais amazônicos na flotação de minérios fosfáticos. Os resultados obtidos no trabalho indicam que é grande a possibilidade de utilização de óleos vegetais amazônicos como coletores na flotação de minérios fosfáticos. O autor destaca que o coletor da semente de maracujá corresponde a uma alternativa aos reagentes atualmente usados na flotação de fosfatos.

O teor de óleo encontrado nas sementes de pinhão-manso varia de 22 a 48% (BECKER, 2008), porém este teor é em função das condições ambientais e do modo de extração de óleo.

No Brasil, o pinhão-manso ocorre praticamente em todas as regiões do país, sempre de forma dispersa, propagando-se, sobretudo nos estados do Norte e do Nordeste, em Goiás e em Minas Gerais (ALVES, 2010; FREIRE et al., 2009).

O presente trabalho utilizou o óleo de pinhão-manso, visando buscar uma nova alternativa de reagente coletor na flotação de apatita, analisando o pinhão-manso, uma castanha que é encontrada em vários estados do Brasil. A fim de obter matéria-prima de custos menores, as castanhas do pinhão-manso não são comestíveis, o que torna uma alternativa viável do ponto de vista econômico e possui alto teor de ácidos graxos, o que reforça a ideia do seu potencial como coletor.

2 METODOLOGIA

O mineral de apatita usado neste trabalho foi adquirido pela Mineração Zé da Estrada, localizada em Araçuaí-MG, e submetido aos procedimentos de moagem, peneiramento e secagem, para sua posterior classificação em faixas granulométricas e armazenamento. O material foi cominuído em moinho de bolas e peneirado para sua posterior separação em faixa granulométrica de 150#. A etapa de peneiramento foi realizada a úmido. Após o peneiramento, o mineral passou pelo procedimento de filtração a vácuo para então ser inserido nos recipientes e seguir à etapa de secagem em estufa. As amostras de apatita pura separadas por granulometria foram armazenadas em frascos, prontas para o uso. Uma amostra do mineral passante em 150# foi submetida à análise química em uma mineradora da cidade de Catalão-GO com o objetivo de identificar os componentes do mineral que foram adquiridos e utilizados nos testes de flotação. O equipamento utilizado para tal análise foi o Espectrômetro de Fluorescência de Raios – X Panalytical, modelo AXIOX MAX série DY n°5001.

A caracterização do óleo de pinhão-manso se fez necessária para a interpretação dos resultados de flotação, relacionando as características do óleo que podem influenciar no desempenho do mesmo como coletor. Realizaram-se análises para obtenção do índice de saponificação (IS), grau de saponificação (GS) e índice de acidez (IA), tendo como referência os métodos descritos por Oliveira (2005).

Utilizou-se como coletor o óleo da castanha do pinhão-manso, cedido pela Embrapa Agroenergia localizada em Brasília-DF. As castanhas passaram por um processo de prensagem e filtração conforme metodologia de Araújo (2012).

Para ser usado como coletor, o óleo de pinhão-manso foi submetido à hidrólise alcalina (saponificação). Optou-se pelo método de saponificação a quente que utiliza solução alcohólica 95% e NaOH sob refluxo, pois este requer menor tempo de conversão, já que o álcool proporciona um contato maior do óleo com o NaOH. A eficácia da reação de hidrólise foi verificada visualmente solubilizando o material obtido em água. Se a solubilização fosse completa, considerava-se como saponificado, resultados diferentes eram descartados.

Os testes de microflotação em tubo de Hallimond foram realizados com amostras puras de apatita, numa granulometria de -100+150# (-150+106 μm). A Tabela 1 apresenta as variáveis operacionais adotadas nos testes. Todos os testes foram

realizados em triplicata. O condicionamento das amostras foi realizado pelo período de 7 minutos de forma mais concentrada, isto é, colocou-se na parte final do tubo 1g do mineral, uma quantidade de coletor que garanta a concentração final desejada (2,5; 5,0; 7,5 ou 10,0mg/L) e completou-se com água até o limite de 50mL de solução para condicionamento. Ao final do condicionamento adicionou-se o restante da água necessária ao procedimento, chegando a uma solução com 320mL, para então iniciar-se a flotação com intervalo de duração de um minuto.

Tabela 1. Condições dos testes de microflotação de apatita

Condições	Valores
Vazão de ar	40 cm ³ /min
pH	8, 9 e 10
Faixa granulométrica	-100 + 150# (-150 + 106 µm)
Massa do mineral	1g
Condicionamento	7 minutos
Flotação	1 minuto
Concentrações	2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 mL

Os ensaios de arraste hidráulico em Tubo de Hallimond revelaram um baixo índice de transporte hidrodinâmico, ou seja, o carregamento de partículas pelo fluxo ascendente gerado com a passagem do ar. Os testes apresentaram um arraste de aproximadamente 0,7% para a vazão 40cm³/min. Dessa maneira, os dados de microflotação serão apresentados desconsiderando valores de arraste. A fim de comparação da performance do óleo de pinhão-manso, utilizou-se o coletor industrial Flotigam 5806, da empresa Clariant.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de caracterização da amostra de apatita revelou a presença em pequenas quantidades de Barita e Ferro. Entretanto, as concentrações de P₂O₅ e CaO são elevadas, representando 92,54% de sua composição, condizendo com uma amostra com alto grau de pureza. A Tabela 2 apresenta esses resultados.

Tabela 2. Análise de amostras de apatita após cominuição e classificação – 150#

Óxidos	Nb ₂ O ₅	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
Composição (%)	-	40,50	0,07	0,94	0,06	52,04

O índice de acidez (IA) do óleo de pinhão-manso encontrado foi de 7,67mg KOH/g. De acordo com Berchmans e Hirata (2008) e Canakci e Gerpen (2001), o (IA) na matéria-prima não deve ultrapassar 2,0mg KOH.g⁻¹, ou seja, 1% p/p. Nesse caso o óleo de pinhão-manso deveria passar por um processo de neutralização para atingir a acidez ideal no caso dos resultados de microflotação derem resultados muito baixo.

O grau de saponificação (GS) apresentou um resultado de 72,75mg de óleo, mostrando que nos testes de microflotação de apatita o (GS) esteve dentro dos parâmetros. Como afirma Oliveira (2005), na prática industrial procura-se trabalhar com um grau de saponificação entre 55 e 75%. Portanto, o grau de saponificação dos testes de microflotação realizados está de acordo com a prática industrial.

O óleo de pinhão-manso apresentou um índice de saponificação (IS) de 89,11mg KOH/g, valor baixo de acordo com Tavares (2012), em que seus testes apresentaram um valor médio ente 197,90 e 199,56mg KOH/g óleo. O autor explica que quanto maior o tamanho da cadeia do ácido graxo, menor será o índice de saponificação do óleo, o que pode explicar o (IS) encontrado.

A Figura 1 apresenta a variação da recuperação de apatita com o aumento da concentração dos dois coletores testados em pH 8. Nota-se que em todas as dosagens inferiores a 10mg/L o óleo de pinhão-manso teve recuperação próxima e superior a 90%, igualando apenas na concentração de 10mg/L ao Flotigam 5806.

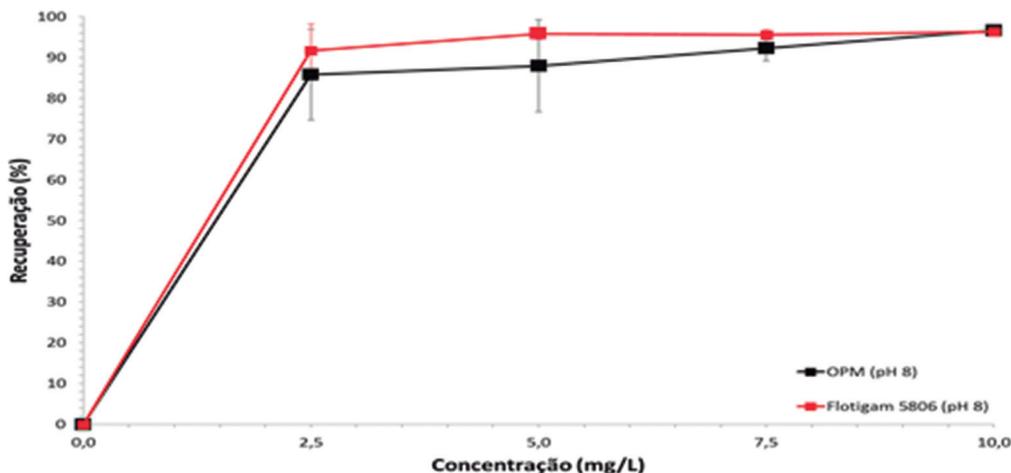


Figura 1. Variação da recuperação de apatita com o aumento da concentração dos coletores (Flotigam 5806 e óleo de pinhão-manso saponificado) em pH 8.

A Figura 2 apresenta a variação da recuperação de apatita com o aumento da concentração dos dois coletores testados em pH 9. Para a dosagem de 2,5 e 10,0mg/L ambos coletores tiveram recuperação semelhante. Contudo, o óleo

de pinhão-manso obteve recuperação próxima às dosagens de 5,0 e 7,5mg/L do Flotigam 5806.

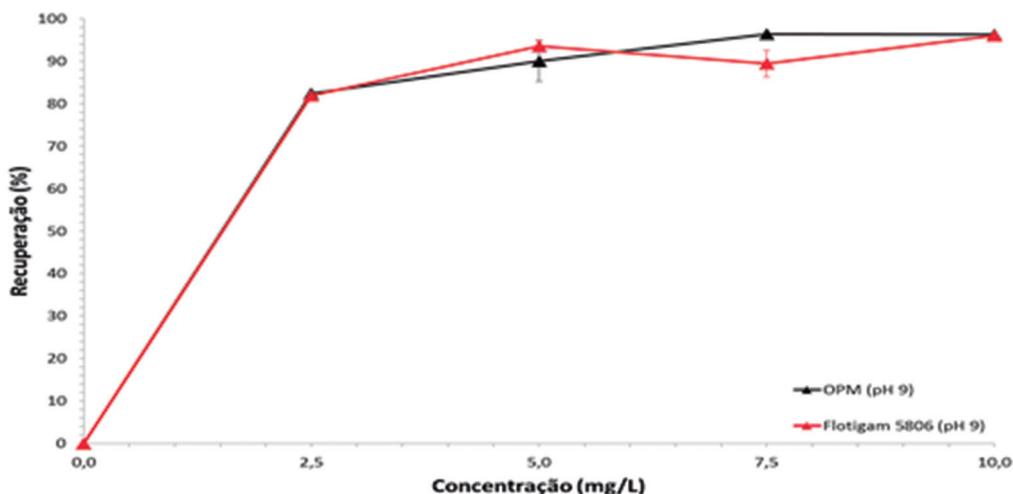


Figura 2. Variação da recuperação de apatita com o aumento da concentração dos coletores (Flotigam 5806 e óleo de pinhão-manso saponificado) em pH 9.

A Figura 3 apresenta a variação da recuperação de apatita com o aumento da concentração dos dois coletores testados em pH 10. O óleo de pinhão teve o mesmo desempenho que o Flotigam 5806 na flotação de apatita. Portanto, é viável a substituição do reagente da Clariant pelo óleo que é, provavelmente, mais barato, além de ser natural.

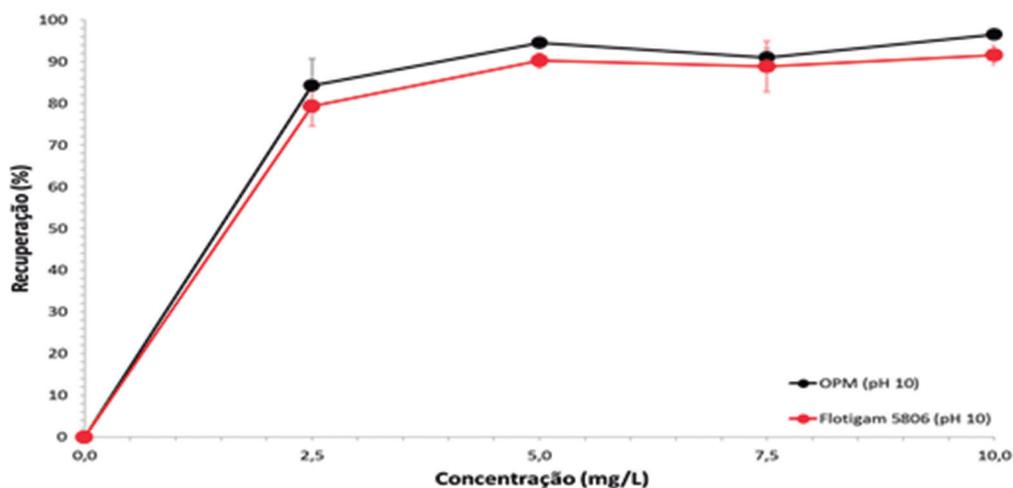


Figura 3. Variação da recuperação de apatita com o aumento da concentração dos coletores (Flotigam 5806 e óleo de pinhão-manso saponificado) em pH 10.

4 CONCLUSÃO

O óleo de pinhão-manso saponificado mostrou-se eficaz como coletor na flotação de apatita em testes de microflotação em tubo de Hallimond. Portanto, o óleo de pinhão-manso apresenta potencial para ser utilizado como coletor industrial, apresentando-se como uma alternativa viável tecnicamente aos reagentes atualmente utilizados na flotação de apatita. A utilização desse reagente coletor alternativo em escala industrial, em substituição parcial ou total aos reagentes atualmente utilizados, seria uma importante contribuição para o setor mineral.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. A. B. **Otimização da obtenção de biodiesel etílico de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)**. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, 2010. 97 p.
- ARAÚJO, V. M. **Extração de óleo de pinhão-manso para produção de biocombustível**. Disponível em: <<http://www.producaodebiodiesel.com.br/materias-primas/extracao-oleo-pinhao-manso-producao-biocombustivel-biomassa>>. Acesso em: 18 fev. 2015.
- BALTAR, C. **Flotação no tratamento de minério**. Recife: UFPE, 2008.
- BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. *Jatropha curcas*: A potential source for tomorrow's oil and biodiesel. **Lipid Technology**, v. 20, n. 5, 2008.
- BERCHMANS, H. J.; HIRATA, S. Biodiesel production from crude *Jatropha curcas* L. seed oil with a high content of free fatty acids. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 6, p. 1716- 1721, 2008.
- BRANDÃO, P. R. G.; CAIRES, L. G.; QUEIROZ, D. S. B. Vegetable lipid oil-based collectors in the flotation of apatite ores. **Minerals Eng.**, v. 7, n. 7, p. 917-925, 1994.
- CANAKCI, M.; GERPEN, J. V. The performance and emissions of a diesel engine fueled with biodiesel from yellow grease and soybean oil. **Transactions ASAE**, v. 46, n. 4, p. 937-944, 2001.
- COSTA, D. S. **Uso de óleos vegetais amazônicos na flotação de minérios fosfáticos**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. 191 p.
- FONSECA, D. S. **Sumário mineral – Fosfato**. Brasília: DNPM, 2013.
- FREIRE, L. M. S.; BICUDO, T. C.; ROSENHAIM, R. Thermal investigation of oil and biodiesel from *Jatropha curcas* L. **Therm. Anal. Calorim.**, p. 1029-1033, 2009.
- LEMÕES, J. C.; POTES, M. L.; OLIVEIRA, R. J. P.; SILVA, L. L.; SILVA, S. D. A. Determinação do teor de óleo e perfil graxo de acesso de pinhão-manso da Embrapa Clima Temperado. **II Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-manso**, Brasília, 2011.
- OLIVEIRA, J. **Grau de saponificação de óleos vegetais na flotação seletiva de apatita de minério carbonatítico**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005. 187 p.

NOVAES, M.; RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Minerais utilizados para a fabricação de fertilizantes agrícolas**. Biologia vegetal. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SOUZA, A. E.; FONSECA, D. S. **Fosfato**. Brasília: DNPM, 2008.

TAVARES, D. C., **Estudo do efeito das misturas de óleos de pinhão-manso, fritura e sebo bovino na produção de biodiesel**. Tese (Doutorado) – Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

16

CAPÍTULO

MICROFLOTAÇÃO DE APATITA COM ÓLEOS DA POLPA E DA CASTANHA DE MACAÚBA

Canuele Adamiane Tiago Pachêco¹

André Carlos Silva¹

Elenice Maria Schons Silva¹

Tércio Willian Pereira Rocha¹

Agradecimentos: Às agências de fomento CNPq, CAPES, FAPEG e FUNAPE pelo suporte financeiro que possibilitou esta pesquisa e, adicionalmente, à Anglo American Fosfato e à Universidade Federal de Goiás.

Resumo: A apatita é a principal fonte do fosfato usado como insumo na fabricação de fertilizantes agrícolas; portanto, estudos que buscam alternativas para o melhor aproveitamento deste minério são de suma importância em um

¹ Unidade Acadêmica Especial de Engenharia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: canuele@hotmail.com

país essencialmente agropecuário como o Brasil. Durante o seu beneficiamento, os ácidos graxos atuam como agente coletor na etapa de flotação, assim, torna-se fundamental a busca por sistema de reagentes que aumentem a eficiência neste processo. Neste sentido a macaúba (*Acrocomia aculeata*) é um fruto que desperta interesse por apresentar grandes concentrações de componentes oleaginosos tanto na polpa (43,8%) quanto na castanha (36,2%). As diferenças na composição de ácidos graxos sugerem comportamentos distintos quando usados como coletores na flotação. O presente trabalho procurou demonstrar, através de ensaios de microflotação em tubo de Hallimond, o potencial de utilização dos óleos de macaúba na flotação de apatita. Os testes foram realizados com 1,0g de apatita de alta pureza, numa granulometria de 104µm, nos pHs 8, 9 e 10 variando as concentrações do coletor em 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0mg/L. Os resultados mostraram uma recuperação maior, em todas as concentrações testadas, para o óleo da polpa quando comparada com o óleo da castanha de macaúba.

Palavras-chave: Flotação. Ácidos graxos. Macaúba. Apatita.

Abstract: The apatite is the main source of phosphate used as input in the manufacture of industrial fertilizers, so studies that seek alternatives to the best use of this ore is very important in an essentially agricultural country like Brazil. During its processing, the fatty acids act as collector agent in the flotation step thus becomes essential to search for reagent system that would improve efficiency in this process. In this sense, the macaúba (*Acrocomia aculeata*) is a fruit that arouses interest for present high concentrations of fatty acids. The differences in fatty acid composition suggest different behavior when used as collectors in the flotation of minerals. the present study sought to demonstrate, through microflotation testing Hallimond tube, the potential use of macaúba oils in the flotation of apatite. The tests were performed with 1.0 g of high purity apatite, with a particle size of 104µm at pH 8, 9 e 10 varying concentrations of the collector at 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0 mg/L. The results showed a better floatability at all concentrations tested for pulp oil compared with macaúba's nut oil.

Keywords: Flotation. Fatty acids. Macaúba. Apatite.

1 INTRODUÇÃO

A busca por processos sustentáveis é crescente em diferentes ramos de produção, tanto para adequação aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental quanto para redução de custos. Na mineração, encontrar reagentes que apresentem alta eficiência e seletividade para aplicação na concentração de minérios fosfatados é um dos grandes desafios em um país essencialmente agropecuário como o Brasil e dependente da importação deste produto de países como Marrocos e China.

O grupo da apatita ($\text{Ca}_5(\text{Cl, F, OH})(\text{PO}_4)_3$) representa a maioria dos minérios de fósforo das rochas fosfatadas e os depósitos formados por esses minérios sílico-carbonatados possuem uma complexa mineralogia, contendo impurezas que influenciam sua recuperação nas usinas de beneficiamento. O processo de separação mais eficiente empregado para concentração de minerais do grupo da apatita é a flotação e diversos são os produtos químicos utilizados neste processo. Dentre eles, os coletores são substâncias inseridas na mistura aquosa, que recobrem a superfície das partículas do mineral e aumentam a afinidade destes com as bolhas de ar, fazendo que o mecanismo de captura dos minerais pelo fluxo de ar seja mais eficiente. Nas mineradoras que exploram o fosfato, os sistemas de coletores comumente empregados no processo de flotação são oleaginosos (compostos por um conjunto de ácidos graxos), podendo ser naturais ou sintéticos. Os ácidos graxos são particularmente relevantes porque são responsáveis pela concentração de importantes minérios brasileiros.

A baixa seletividade obtida nos processos de separação do fosfato geralmente é atribuída às similaridades existentes nas propriedades eletrocinéticas, solubilidade e química de superfície destes com os minerais de ganga presentes nas jazidas. Para Albuquerque (2010) os metais alcalinos terrosos semelhantes presentes na estrutura cristalina destes minerais contribuem para a adsorção não seletiva dos agentes coletores. Neste contexto, a escolha do sistema de reagentes de flotação é fator determinante na eficiência deste processo.

A flotação é uma técnica que explora as condições de hidroflicidade e hidrofobicidade das partículas (BALTAR, 2008). Considerando que as apatitas são classificadas como minerais levemente solúveis e se caracterizam por apresentar solubilidade menor do que os minerais altamente solúveis, mas superior à grande maioria dos óxidos e silicatos, variações aparentemente pequenas nas suas propriedades superficiais podem interferir no seu comportamento. Assim, os coletores podem atuar neste processo extremamente sensível de maneira a garantir uma maior adsorção dos minerais de interesse.

Na flotação, é a composição do mineral que determina os mecanismos de adsorção do coletor, podendo ser físicos ou químicos. No caso das apatitas, o tipo de interação varia com o pH e distingue-se pelo ponto isoelétrico, que se dá aproximadamente em pH 9. Portanto, uma interação coletor/mineral mais efetiva é atingida quando ocorre a quimissorção, promovida em potencial zeta é negativo.

A busca por seletividade em sistemas de flotação envolvendo minerais levemente solúveis tem sido motivo de diversas pesquisas. Estudos fundamentais, bem como testes em escala de laboratório e piloto, têm sido realizados com diferentes tipos de minérios e sistemas de reagentes, objetivando subsidiar tal separação.

Neste sentido, os óleos vegetais, ricos em ácidos graxos, são objeto de investigação em relação ao seu potencial como coletores, no intuito de, dentre outros,

buscarem reagentes alternativos aos comumente utilizados, que possuem custo elevado e acarretam na degradação do ambiente. Dentre estes estudos cabe ressaltar o trabalho realizado por Costa (2012), que analisou o uso de óleos vegetais amazônicos na flotação de minérios fosfáticos. Os resultados obtidos no trabalho indicam que é grande a possibilidade de utilização de óleos vegetais amazônicos como coletores na flotação dessa classe de minérios.

No que tange à seletividade na flotação de minérios silicocarbonatados, pesquisas com o óleo de jojoba foram realizadas por Santos e Oliveira (2012) constatando a eficiência do óleo como coletor alternativo na separação de apatita e calcita. Um fruto que desperta interesse é a macaúba (*Acrocomia aculeata*), visto o seu reconhecido potencial oleaginoso e a sua multiplicidade de uso industrial. Pachêco et al. (2014) compararam a recuperação do óleo da polpa da macaúba saponificado com o reagente industrial Flotigam 5806 em ensaios com tubo de Hallimond usando apatita com alto teor de pureza em uma granulometria de -65+80# (-210+177 μ m) em pH 9 e obtiveram resultados satisfatórios, nos quais a recuperação deste óleo apresentou valores semelhantes ao coletor aplicado industrialmente.

A macaúba é uma palmácea de ocorrência natural em toda a zona tropical da América Latina. Sua exploração econômica ocorre tanto em sistemas extrativistas quanto em cultivos racionais, com produtos e usos diversos como farmacológico, nutracêutico, madeireiro, artesanal, forrageiro, alimentício e combustível (REMAPE, 2014). Segundo Nobre et al. (2014), esta palmeira apresenta um rendimento médio em óleo de 4 toneladas por hectare, bem superior ao rendimento das oleaginosas mais comumente utilizadas, como a soja, a mamona e o girassol, que apresentam produtividade média de 1t/ha. Estima-se que sua produtividade de óleo se aproxima à da palma africana (*Elaeis guineensis*), cerca de cinco toneladas de óleo por hectare. Esta é a cultura com maior produtividade de óleo por ha cultivado e também a que contribui com a maior parcela do óleo vegetal produzido em nível mundial (REMAPE, 2014).

Tendo em vista o alto potencial oleico da macaúba e a expansão do mercado consumidor do seu óleo para diversas finalidades, a palmeira da macaúba pode ser cultivada com viabilidade econômica em diferentes sistemas de produção. Estes sistemas de cultivo têm sido amplamente estudados pela Rede Macaúba de Pesquisa (REMAPE), desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa. Desta forma, a macaúba se caracteriza como uma espécie com qualidades importantes do ponto de vista natural, ecológico e principalmente socioeconômico.

Sabe-se hoje que todas as partes da macaúba, que é uma frutífera, têm utilidades. A Figura 1 apresenta a diferenciação de cada fração da macaúba. A extração de óleo vegetal é possível em duas das partes do fruto: polpa (mesocarpo) e castanha. Há também a produção de coprodutos de alto valor agregado, como

os resíduos de polpa e da amêndoa após a prensagem e o endocarpo, que podem ser utilizados para nutrição animal e produção de carvão vegetal, respectivamente (REMAPE, 2014).



Figura 1. Partes da macaúba. Fonte: adaptada de Paulohilst, 2015.

A macaúba é um fruto oleaginoso que possui uma grande quantidade de ácidos graxos. Oliveira et al. (2009), em seu trabalho de caracterização físico-química da macaúba, constataram que o fruto é rico em lipídeos, correspondendo a 21,04% de sua composição. O estudo compara os resultados com outros trabalhos e indica que a Macaúba se assemelha a outras fontes vegetais oleaginosas como o pequi (33,4%), a soja (20%) e a azeitona (18,5%).

Zuppa (2001) realizou a análise de óleos vegetais de frutos do Cerrado, conduzindo testes de caracterização por Cromatografia Gasosa de Alta Resolução. Desta pesquisa observou-se que a amêndoa e a polpa da macaúba apresentaram alta viabilidade de extração de óleo. O perfil da composição de ácidos graxos descrito pela autora mostra que para a polpa da macaúba a concentração mais elevada é o ácido oleico (58,7%), seguido de ácido palmítico (19,7%). Já para a castanha as maiores concentrações são de ácido láurico (39,7%) e ácido oleico (25,8%).

A Figura 2 apresenta o perfil completo de ácidos graxos para cada uma das partes. As diferenças apresentadas na composição dos ácidos graxos dos óleos extraídos da polpa e da castanha da Macaúba sugerem comportamentos distintos quando usados na flotação.

A macaúba é um fruto que apresenta vantagens sobre outras oleaginosas, principalmente com a relação à sua maior rentabilidade agrícola e à produção total de óleo. Portanto, é de fundamental importância estudos sobre novas aplicações dos produtos gerados pela exploração desta espécie.

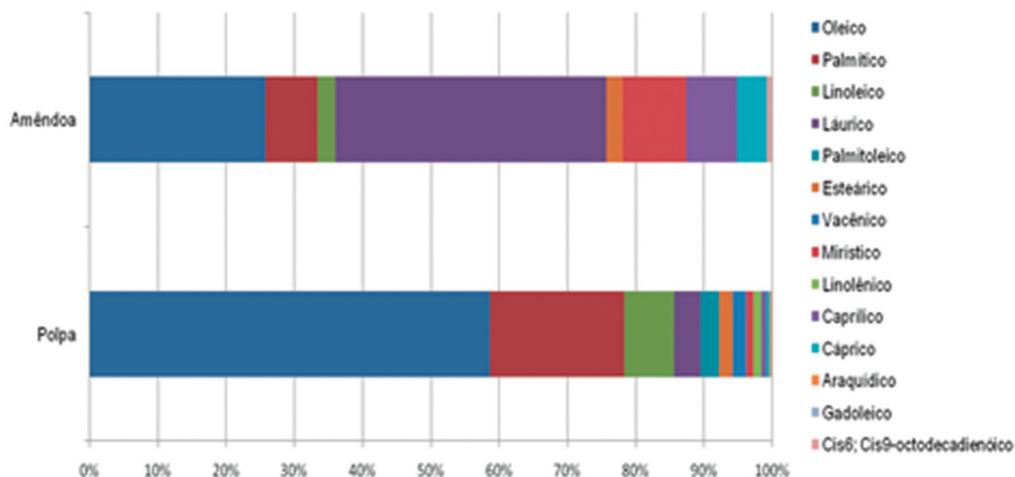


Figura 2. Composição (%) em ácidos graxos da polpa e amêndoa da macaúba. Fonte: adaptada de Zuppa (2001).

Nesse contexto, este trabalho procurou testar estes dois óleos como uma nova alternativa de reagentes, aplicando-os no processo de separação da apatita no intuito de comparar seu potencial para ser utilizado na flotação com um coletor aplicado industrialmente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O mineral de apatita usado neste trabalho foi adquirido na sua forma natural em uma empresa de mineração e submetido, em laboratório, aos procedimentos de moagem em moinho de bolas, peneiramento via úmido com peneirador suspenso para classificação em faixas granulométricas, filtragem no filtro de vácuo e secagem em estufa com temperatura média de 60 °C para seu posterior armazenamento em recipientes devidamente identificados pela faixa granulométrica. A Figura 3 apresenta uma imagem microscopia óptica do mineral, na granulometria usada nos testes.

Amostras deste mineral foram enviadas para análise química em uma mineradora da cidade de Catalão, utilizando-se do equipamento Espectrômetro de Fluorescência de Raios – X Panalytical, modelo AXIOX MAX série DY n°5001, o qual fornece a composição do mineral adquirido e utilizado nos testes de flotação. Os óleos da polpa da macaúba (OPM) e da castanha (OCM) foram adquiridos diretamente com os produtores, a Unidade Beneficiamento Coco Macaúba (UBCM), por meio da Associação Riacho D’antas Macaúba, com sede em Montes Claros – Minas Gerais. Para serem usados como coletores, os óleos foram submetidos à hidrólise alcalina, também chamada de saponificação. Esse procedimento permitiu torná-los solúveis em água, facilitando a atuação destes como coletor.



Figura 3. Apatita após cominuição e peneiramento $-100+150\#$ ($-150+106\ \mu\text{m}$).

O procedimento de saponificação dos óleos de macaúba (polpa e castanha) foi realizado utilizando-se hidróxido de sódio a 10%. Neste procedimento, foram adicionados 5,0g de óleo a 20,0g de água, dispondo a mistura em um agitador magnético. Ligada à agitação, adicionou-se 7,5 mL de hidróxido de sódio a 10% para saponificar a solução. Retornando o recipiente para a balança, adicionou-se água até que a solução atingisse 100,0g. Por fim, o conjunto novamente foi disposto no agitador magnético para homogeneização.

Para efeito de comparação da eficiência destes óleos com um reagente usado industrialmente, foi escolhido o Flotigam 5806, produzido pela Clariant, que passou pelo mesmo procedimento de saponificação descrito para os óleos da macaúba. O tubo de Hallimond foi o equipamento usado neste trabalho, uma vez que constitui um método de fácil determinação da hidrofobicidade ou hidroflicidade dos minerais, definindo se o reagente empregado é eficaz na recuperação do mineral analisado. Os testes de microflotação foram realizados com amostras puras de apatita, numa granulometria de $-100+150\#$ ($-150+106\ \mu\text{m}$) e nos pH 8, 9 e 10, variando as concentrações dos coletores. Os testes foram realizados em triplicata, totalizando 108 testes.

O condicionamento foi realizado pelo período de 7 minutos de forma mais concentrada, isto é, colocou-se na parte final do tubo o mineral, uma quantidade de coletor que garanta a concentração final desejada variando em 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 mg/L e completou-se com água até o limite de 50 mL de solução para condicionamento. Chegando ao final do condicionamento, adicionou-se o restante da água necessária ao procedimento, chegando a uma solução com 320 mL para então iniciar-se a flotação com intervalos de duração de 1 minuto.

Assim, para cada um dos óleos da macaúba (polpa e castanha) e Flotigam 5806 variou-se a concentração em quatro valores diferentes de acordo com a quantidade de solução saponificada adicionada. A Tabela 1 resume as condições comuns a todos os testes de microflotação com os coletores:

Tabela 1. Condições dos testes de microflotação de apatita

Condições	Valores
Vazão de ar	40cm ³ /min
pH	8, 9 e 10
Faixa granulométrica	-100 +150# (-150 +106µm)
Massa do mineral	1g
Condicionamento	7 minutos
Flotação	1 minuto
Concentrações	2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 mL

Os ensaios de arraste hidráulico em tubo de Hallimond revelaram um baixo índice de transporte hidrodinâmico, ou seja, o carregamento de partículas pelo fluxo ascendente gerado com a passagem do ar. Os testes apresentaram um arraste de aproximadamente 0,7% para a vazão 40cm³/min. Dessa maneira, os dados de microflotação serão apresentados desconsiderando valores de arraste. A recuperação da apatita foi calculada a partir da relação entre a massa flotada e a massa total da amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de caracterização da amostra de apatita revelou a presença em pequenas quantidades de barita e ferro. Entretanto, as concentrações de P₂O₅ e CaO são elevadas, condizendo com uma amostra com alto grau de pureza. A Tabela 2 apresenta esses resultados.

Tabela 2. Análise de amostras de apatita após cominuição e classificação

Óxido	Nb ₂ O ₅	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	BaO	Al ₂ O ₃	CaO
%	-	40,50	0,07	0,94	0,06	0,38	52,04

Os resultados dos testes de microflotação são apresentados nas Figuras 4, 5 e 6. Quando comparado com o Flotigam 5806, o OPM obteve melhor recuperação (valores maiores que 90%) do que o OCM quando usados como coletores

na flotação de apatita. Para todas as concentrações dos coletores nota-se uma diferença significativa na recuperação do OCM, principalmente nas menores (2,5 e 5,0mg/L).

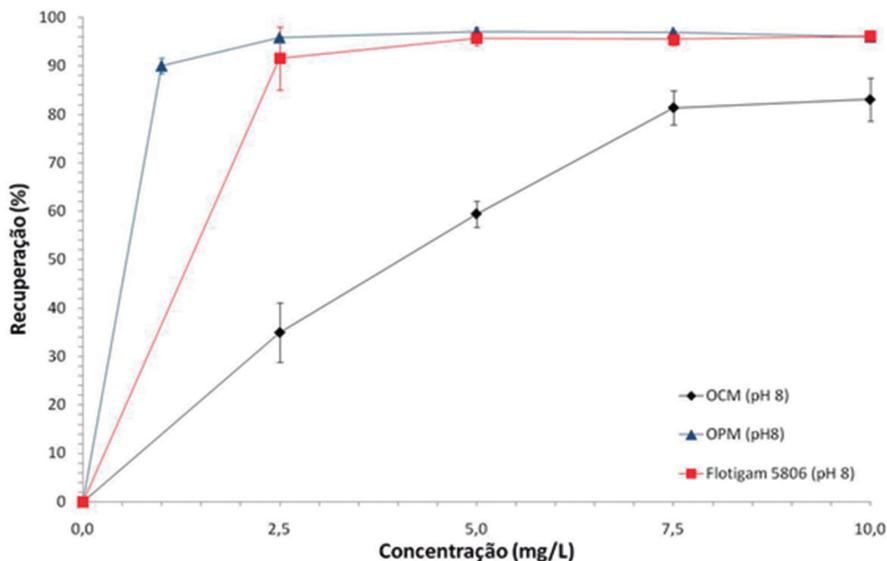


Figura 4. Variação da recuperação de apatita em função da concentração do óleo da polpa de macaúba saponificado (OPM), óleo da castanha de macaúba saponificado (OCM) e do Flotigam 5806 em pH 8.

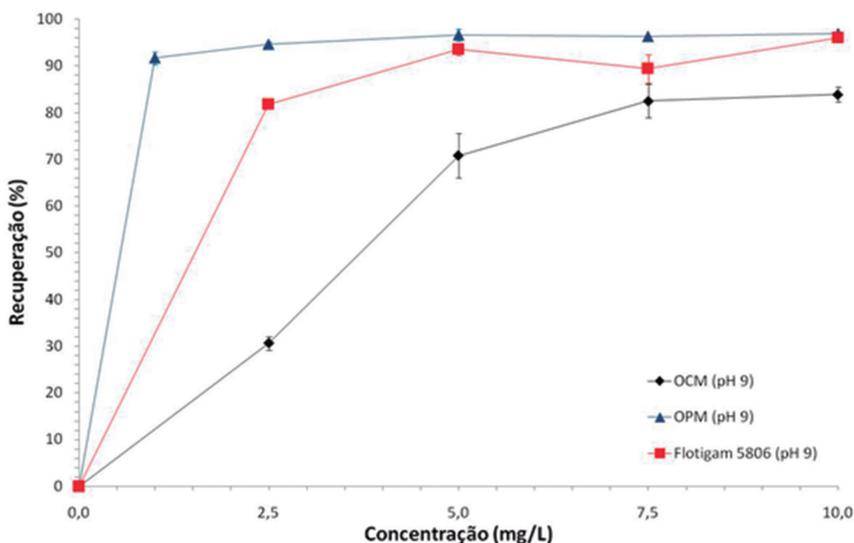


Figura 5. Variação da recuperação de apatita em função da concentração do óleo da polpa de macaúba saponificado (OPM), óleo da castanha de macaúba saponificado (OCM) e do Flotigam 5806 em pH 9.

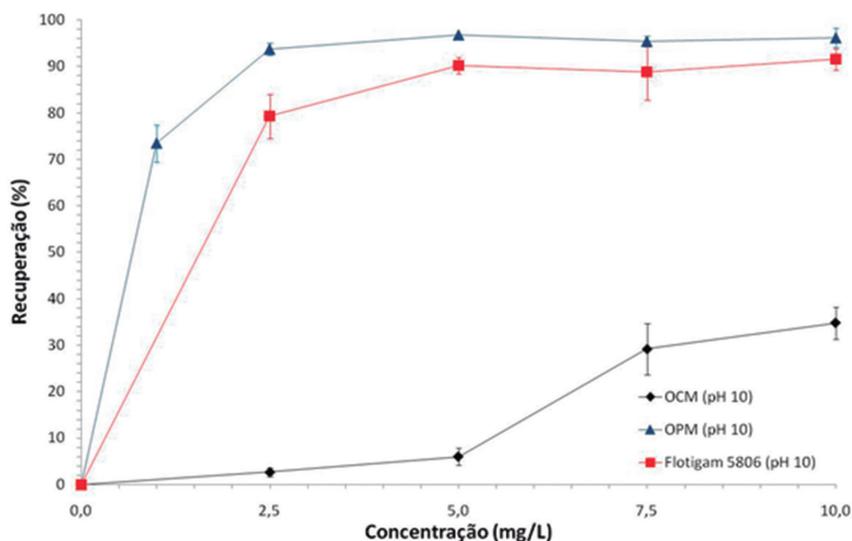


Figura 6. Variação da recuperação de apatita em função da concentração do óleo da polpa de macaúba saponificado (OPMS), óleo da castanha de macaúba saponificado (OCMS) e do Flotigam 5806 em pH 10.

Testes de microflotação em tubo de Hallimond com apatita pura, conduzidos por Brandão, Caires e Queiroz (1994) demonstraram que os ácidos graxos insaturados (linoleico, oleico e linolênico) tiveram desempenho superior em relação aos saturados. Considerando a distinção nas composições de ácidos graxos observadas para cada uma das partes do fruto apresentados na Figura 2 pode-se relacionar a diferença na eficiência de coleta obtida nos testes realizados ao teor de ácido oleico presente no óleo da polpa (58,7%), comprovando seu maior potencial de uso como coletor na flotação, conforme apresentado nas figuras 4, 5 e 6. Nota-se também que mesmo com a variação do pH em 8, 9 e 10, a recuperação de apatita pelo coletor OPM não teve alterações significativas, diferentemente dos demais coletores (OCM e Flotigam 5806) para os quais a recuperação diminuiu com a elevação do pH.

4 CONCLUSÃO

A capacidade de empregar óleos vegetais extraídos da macaúba na flotação vem de encontro a um dos grandes desafios da indústria de fosfato, que é desenvolver um sistema de reagentes mais seletivos e economicamente viáveis para concentração de minérios sílico-carbonatados. Considerando que o óleo da polpa da macaúba (polpa) atingiu resultados de recuperação expressivos e por necessitar dosagens baixas do coletor no processo de flotação da apatia, este pode ser considerado uma alternativa eficiente e acessível.

Os testes de microflotação usando os óleos saponificados da macaúba (polpa e castanha) indicam que estes coletores podem atuar satisfatoriamente na flotação de apatita. No entanto, para o óleo da polpa da macaúba as condições de flotação se dariam com menores concentrações do reagente, visto que, a partir de 2,5mg/L, o coletor já apresenta resultados de recuperação expressivo. Enquanto que para o uso do óleo da castanha da macaúba a dosagem ideal seria a partir de 7,5mg/L para atingir resultados de microflotação de apatita desejados.

Considerando que o óleo da macaúba é um reagente natural e ocorre em cultivos extrativistas, seu uso na flotação contribuirá para a redução de impactos ambientais, sendo uma tecnologia economicamente competitiva, promovendo o desenvolvimento socioeconômico de muitas regiões, além de reduzir a dependência externa do país. Diante do exposto, a palmeira macaúba apresenta grande potencial para produção de óleo com aplicação sustentável na flotação de minerais fosfatados. A viabilização das potencialidades dessa espécie fortalece a economia e a agricultura familiar. Portanto, conclui-se que o óleo da polpa da macaúba, por necessitar de menores dosagens do coletor no processo de flotação da apatia, é uma alternativa eficiente e acessível. Salienta-se a necessidade de realização de outros testes, para verificar sua aplicabilidade em escala industrial, pois a viabilização de um reagente mais seletivo na flotação e de baixo custo é particularmente interessante para o Brasil, pois poderia acarretar um melhor aproveitamento econômico e consequente aumento da vida útil das minas ou até mesmo viabilizaria novos empreendimentos, o que levaria a uma redução da importação de fertilizantes fosfatados.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R. Alternativas de processo para concentração do minério fósforo-uranífero de Itataia. Tese(Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- BALTAR, C. A. M. Flotação no tratamento de minério. Recife: UFPE, 2008.
- BRANDÃO, P. R. G.; CAIRES, L. G.; QUEIROZ, D. S. B. Vegetable lipid oil-based collectors in the flotation of apatite ores. *Minerals Engineering*, v. 7, n. 7, p. 917-925, 1994.
- COSTA, D. S. Uso de óleos vegetais amazônicos na flotação de minérios fosfáticos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- NOBRE, D. A. C.; TROGELLO, E.; BORGHETTI, R. A.; DAVID, A. M. S. S. Macaúba: palmeira de extração sustentável para biocombustível. *Colloquium Agrariae*, v. 10, n. 2, p. 92-105, jul.-dez. 2014.
- OLIVEIRA, A. L. S.; TORRES, M. A.; FREIRE, S. J.; PEREIRA, T. B.; SANTOS, T. F.; SILVA, V. O.; AZEVÊDO, L. C. Caracterização físico-química da Macaúba (*Acrocomia Aculeata Jacq. Lodd.*) cultivada no sertão pernambucano. In: *IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica*, 2009. Belém, Brasil.

PACHÊCO, C. A. T.; SILVA, A. C.; SILVA, E. M. S.; ALVES, B. E. Macaúba's pulp oil as collector in apatite froth flotation. In: **International Mineral Processing Symposium**, 2014. Kusadasi, Turquia.

PAULOHILST. **Agricultura é a nossa vida**. 2015. Disponível em: <<http://www.paulohilst.com/agricultura-e-a-nossa-vida.html>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

REMAPE. Rede Macaúba de Pesquisa. **Mineração**. Disponível em: <<http://www.macauba.ufv.br/>> Acesso em: 20 mar. 2015.

SANTOS, E. P.; OLIVEIRA, J. F. **Utilização de óleo de jobba como coletor alternativo na flotação seletiva entre apatita e calcita**. Rio de Janeiro: PEMM/COPPE/UFRJ, 2012.

ZUPPA, T. **Avaliação das potencialidades de plantas nativas e introduzidas no Cerrado na obtenção de óleos e gorduras vegetais**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

17

CAPÍTULO

MODELAGEM HIDRÁULICA DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BAIRRO PONTAL NORTE, CATALÃO-GO

Marcelo Victor Mesquita Pires¹

Ed Carlo Rosa Paiva¹

Agradecimentos: Ao meu orientador, professor Ed Carlo, como também à equipe da concessionária de água e esgoto de Catalão, SAE, pela disponibilidade de atendimento e fornecimento dos dados necessários para realização de todo o trabalho.

Resumo: A crise hídrica é uma oportunidade para que a população e os gestores se conscientizem do uso racional da água, visando maior economia pos-

¹ Unidade Acadêmica Especial de Engenharia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: marcelovictor@outlook.com

sível. Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar a rede de abastecimento de água potável no bairro Pontal Norte na cidade de Catalão-GO por meio de modelagem hidráulica. A modelagem foi realizada por intermédio do software EPANET 2.0. Foram realizadas diversas simulações, visando encontrar os pontos críticos de altas pressões na rede. Este fator é determinante para a economia da água, pois, quanto maior a pressão, maiores a vazão e a probabilidade de ruptura da rede, o que acarreta mais vazamentos. Foram verificadas também se as pressões encontradas estão de acordo com as normas técnicas. Com a simulação, concluiu-se que, como o setor localizar-se em uma cota topográfica muito elevada, a disponibilidade de pressão é baixa, fazendo com que a metodologia de controle de pressão para gestão de perdas de água se torne ineficaz.

Palavras-chave: EPANET. Simulação. Modelagem. Água.

Abstract: The water crisis is an opportunity for the population and managers to be aware of the rational use of water, aiming the highest possible savings. Therefore, the present study had the objective to evaluate the water supply network at Pontal Norte suburb, Catalão-GO, using hydraulic modelling. The EPANET 2.0 software did the modelling. Several simulations were done aiming to find critical points with high pressures in the network. This factor is crucial for water savings, since the higher the pressure, the greater is the outflow and the probability of a network breakdown, resulting in overflows. In addition, verifications regarding the pressures found were made in accordance to technical standards. In the simulation, it is concluded that due to the sector being located in a very high topographical elevation, the pressure's availability is low, leading to an ineffective pressure control methodology for water loss management.

Keywords: EPANET. Simulation. Modeling. Water.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional das cidades, especialmente aquelas com grandes regiões metropolitanas, tem sido responsável pelo aumento da demanda hídrica. Para atender a essa demanda, têm sido construídas centenas de quilômetros de tubulações que muitas vezes não recebem a manutenção exigida ou não são executadas de forma adequada. Essa falha de execução e/ou manutenção tem ocasionado grandes perdas nos sistemas de abastecimento de água.

Segundo Leite (2014), a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) possui índice de perdas de água da ordem de 31,2%, e, considerando que esta concessionária é uma das mais desenvolvidas do país, é de se

esperar que cidades do interior, como Catalão, tenham índices muito maiores. Portanto, com os problemas iminentes da disponibilidade de água potável, é inaceitável que uma quantidade tão grande seja desperdiçada. É importante ressaltar que o índice de perdas nos sistemas de abastecimento de água é encontrado através da diferença entre o consumo macromedido pela concessionária na saída do reservatório de distribuição e o somatório daquele micromedido nos hidrômetros, logo estão englobadas as perdas reais e aparentes.

Segundo Bezerra e Cheung (2013), as perdas reais dizem respeito aos vazamentos e à falta de estanqueidade que as redes de adução e distribuição estão sujeitas. Já as aparentes são relacionadas com ligações clandestinas, roubos e usos ilegais. Em todo mundo tem sido utilizada a metodologia de modelagem hidráulica computacional aplicada a redes de abastecimento de água para determinação de vazamentos, notadamente aqueles reais, ou seja, devido à falta de estanqueidade das redes. Dentre os *softwares* mais utilizados está o EPANET, desenvolvido e disponibilizado gratuitamente pela Agência de Proteção Ambiental Americana. A par disso, através do EPANET 2.0, versão brasileira do *software*, foram realizadas diversas simulações hidráulicas, para a cidade de Catalão, especificamente no bairro Pontal Norte, conforme Figura 1, em que se buscou, por meio do controle de pressões, a redução do índice de perdas físicas, pois um dos importantes resultados emitidos com a simulação pelo *software* é um mapeamento de pressões na rede estudada.



Figura 1. Delimitação do bairro Pontal Norte. Fonte: adaptada de Google Earth (2015).

2 METODOLOGIA

No presente trabalho foram realizadas simulações hidráulicas computacionais utilizando o *software* EPANET 2.0 na rede de abastecimento de água potável

do bairro Pontal Norte, em busca de dados como pontos de pressões acima das permitidas em normas técnicas do setor.

Para esta simulação, a setorização da rede e a completa independência de outras redes, ou seja, uma rede que seja hermética em relação a outros pontos de modo a não sofrer interferências, são fatores determinantes para a maior precisão possível da simulação. Em vista disso, foi escolhido o referido bairro para a modelagem hidráulica, pois este setor se enquadra nas características descritas.

A simulação foi feita primeiramente com a entrada de dados no *software*, como comprimento, diâmetro, rugosidade, cotas topográficas, conjunto motobombas, reservatórios, consumos bases dos nós, entre outros. Houve a necessidade de se realizar várias simulações em decorrência da falta de dados precisos e concisos da rede, principalmente em relação ao conjunto motobomba lá locado.

Com o EPANET 2.0 é possível fazer duas formas de simulação, dinâmica e estática. A primeira considera a variação temporal do consumo, ou seja, é baseada na curva de consumo padrão da cidade. A segunda é uma simulação pontual que considera valores médios para o consumo da população. Em virtude da falta de dados reais para construção da curva padrão de consumo, foi feita uma simulação estática, em que para estimativa dos consumos em cada nó, foram utilizadas as teorias das áreas de influência (TSUTIYA, 2013), ou seja, considerou-se uma distribuição populacional homogênea e calculou-se uma área proporcional a cada nó, sendo possível então determinar o consumo médio.

2.1 Dados iniciais de projeto

O traçado da rede, juntamente com as cotas topográficas e diâmetros das tubulações, foram obtidos via contato direto com os responsáveis técnicos da concessionária de abastecimento de água de Catalão, a Superintendência de Água e Esgoto (SAE). A rede principal é toda com diâmetro nominal de 100mm e a secundária, de 50mm, ambas confeccionadas em PVC. Na Figura 2 é possível identificar o traçado da rede em que a linha vermelha representa a rede secundária e a amarela representa a rede principal, sendo possível também visualizar a posição do reservatório, que será abordada mais abaixo.

Como citado anteriormente, para executar a simulação faz-se necessário o cálculo dos consumos-base de cada nó da rede. Para tanto, necessitou-se da população do bairro Pontal Norte. Juntamente com o escritório regional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na cidade, foi conseguida a população do bairro para o último censo de 2010 com valor de 3.768 habitantes

A partir da Tabela 1, com os últimos dados levantados pelo IBGE (2015) para a cidade de Catalão, utilizando-se dos censos de 2010 e com a estimativa

populacional para 2014, calculou-se uma taxa de crescimento populacional linear, obtendo-se valor de 1,118. Ou seja, neste intervalo de tempo a população apresentou um crescimento linear de 11,8%. De posse desse percentual e com a população do setor para 2010, tem-se uma estimativa para 2014 de 4.213 habitantes.



Figura 2. Traçado da rede de abastecimento. Fonte: adaptada de Google Earth (2015).

Tabela 1. Censo populacional

Ano	Catalão	Goiás	Brasil
1991	54525	4018903	146825475
1996	58279	4478143	156032944
2000	64347	5003228	169799170
2007	75623	5647035	183987291
2010	86647	6003788	190755799

Fonte: IBGE (2015).

Para facilitar o cálculo dos consumos-base, identificou-se cada nó com um respectivo número, conforme Figura 3. Além disso, fez-se antes necessário determinar uma parcela de influência de cada nó, como mostrado na Figura 4, em que se dividiu todo o setor em áreas de influências (linha amarela), a partir da rede secundária (linha vermelha). O traçado foi feito por intermédio do *software* Google Earth®, em que através dele é possível se determinar também a área aproximada de cada região.



Figura 3. Numeração dos nós. Fonte: adaptada de Google Earth (2015).



Figura 4. Consumo-base nos nós. Fonte: adaptada de Google Earth (2015).

De posse das áreas de influência, determinou-se a área total do setor, que foi de 760.829,77m² e, dividindo-se a população total por esta área, obteve-se a chamada densidade demográfica, com valor de 0,005537 hab/m². Com isso, segundo Gomes (2009), o cálculo da vazão de projeto para uma rede de abastecimento pode ser feito através da Equação 1 abaixo.

$$Q = \frac{P \times q \times K_1 \times K_2}{3600 \times b} \quad (1)$$

A população P foi definida em 4.213 habitantes, o consumo per capita será de $0,2\text{m}^3/\text{hab}$ conforme recomendação da literatura para a cidade do porte de Catalão, os coeficientes K1 e K2 são respectivamente 1,2 e 1,5, conforme recomendação de Gomes (2009). Em relação às horas de bombeamento da estação de recalque, foi obtido juntamente com a SAE, um valor de 19 horas.

Multiplicando-se a vazão, calculada pela equação anterior, pela densidade demográfica, encontrou-se a taxa de vazão superficial do setor, de $2,914 \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{sm}^2$ e, ao multiplicá-la pelas áreas de influência de cada nó, determinou-se então a vazão de consumo para cada um deles. Na Tabela 2 estão apresentadas as vazões de consumo de cada nó. De posse de todos os dados necessários fez-se a transferência deles para o EPANET 2.0, para a realização da simulação estática.

Tabela 2. Consumos-base dos nós

Nó	$Q_{\text{superficial}} \left(\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m}^2} \right) \times 10^{-8}$	Área (m^2)	$Q_{\text{consumo}} \left(\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{s}} \right) \times 10^{-3}$	Nó	$Q_{\text{superficial}} \left(\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m}^2} \right) \times 10^{-8}$	Área (m^2)	$Q_{\text{consumo}} \left(\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{s}} \right) \times 10^{-3}$
1	2,914	0,00	0,000	41	2,914	6.048,25	0,176
2	2,914	0,00	0,000	42	2,914	27.028,24	0,788
3	2,914	2.129,55	0,062	43	2,914	8.026,98	0,234
4	2,914	0,00	0,000	44	2,914	8.453,46	0,246
5	2,914	7.489,58	0,218	45	2,914	5.104,16	0,149
6	2,914	14.710,05	0,429	46	2,914	8.161,63	0,238
7	2,914	15.344,33	0,447	47	2,914	8.720,40	0,254
8	2,914	0,00	0,000	48	2,914	7.357,24	0,214
9	2,914	0,00	0,000	49	2,914	0,00	0,000
10	2,914	0,00	0,000	50	2,914	8.344,17	0,243
11	2,914	0,00	0,000	51	2,914	11.555,71	0,337
12	2,914	0,00	0,000	52	2,914	0,00	0,000
13	2,914	14.249,15	0,415	53	2,914	0,00	0,000
14	2,914	29.302,54	0,854	54	2,914	38.178,79	1,113
15	2,914	12.322,21	0,359	55	2,914	25.526,81	0,744
16	2,914	3.310,52	0,096	56	2,914	24.067,84	0,701
17	2,914	0,00	0,000	57	2,914	24.726,78	0,721
18	2,914	0,00	0,000	58	2,914	31.954,75	0,931
19	2,914	14.038,09	0,409	59	2,914	14.428,92	0,420
20	2,914	0,00	0,000	60	2,914	12.626,83	0,368

Nó	$Q_{\text{superficial}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \text{m}^2 \right) \times 10^{-8}$	Área (m ²)	$Q_{\text{consumo}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \times 10^{-3}$	Nó	$Q_{\text{superficial}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \text{m}^2 \right) \times 10^{-8}$	Área (m ²)	$Q_{\text{consumo}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \times 10^{-3}$
21	2,914	0,00	0,000	61	2,914	9.788,49	0,285
22	2,914	9.378,32	0,273	62	2,914	0,00	0,000
23	2,914	0,00	0,000	63	2,914	9.902,19	0,289
24	2,914	9.724,68	0,283	64	2,914	12.461,24	0,363
25	2,914	8.557,92	0,249	65	2,914	12.205,13	0,356
26	2,914	5.597,09	0,163	66	2,914	31.630,96	0,922
27	2,914	5.324,28	0,155	67	2,914	0,00	0,000
28	2,914	3.721,36	0,108	68	2,914	0,00	0,000
29	2,914	5.710,35	0,166	69	2,914	18.331,46	0,534
30	2,914	12.002,84	0,350	70	2,914	12.823,98	0,374
31	2,914	12.871,32	0,375	71	2,914	12.114,85	0,353
32	2,914	36.083,77	1,052	72	2,914	9.614,78	0,280
33	2,914	21.193,76	0,618	73	2,914	8.503,74	0,248
34	2,914	21.650,86	0,631	74	2,914	18.943,40	0,552
35	2,914	9.630,95	0,281	75	2,914	0,00	0,000
36	2,914	8.971,18	0,261	76	2,914	4.259,73	0,124
37	2,914	8.718,25	0,254	77	2,914	0,00	0,000
38	2,914	5.809,22	0,169	78	2,914	0,00	0,000
39	2,914	0,00	0,000				
40	2,914	32.096,69	0,935				

2.2 Simulação estática

Como dados de entrada para esta etapa são necessários conhecimentos das válvulas, características do conjunto motobomba, quando houver, dados geométricos dos reservatórios e cotas topográficas. Em relação às cotas topográficas, a concessionária SAE disponibilizou uma planta planialtimétrica da cidade, a qual continha todas as cotas do setor.

Conforme elucidado por Baptista e Lara (2003), para caracterização de um conjunto motobomba, são necessários dois pares de valores, vazão e altura manométrica. A vazão é definida pela demanda de água do setor, levando em consideração toda a população, sendo encontrada através da Equação 1. Já a altura manométrica é composta pela soma da perda de carga da tubulação de recalque e sucção e pelo desnível geométrico.

O bairro Pontal Norte conta com um reservatório apoiado de compensação, que possui diâmetro de 4m e altura de 10m, que ajuda o abastecimento do setor. Como caracterização do próprio EPANET 2.0, este reservatório é classificado como de nível variável. Também foi fixado, no início da rede, um reservatório de nível fixo simulando a Estação de Tratamento de Água.

Vale ressaltar que a metodologia adotada pelo EPANET 2.0 para cálculo da rede é por processos iterativos e se tem a opção da escolha de qual fórmula para perda de carga. Para esta modelagem, foi usada a fórmula de Hazen-Williams, conforme Equação 2, em que seu fator de atrito (C) é dependente do material, neste caso PVC. Assim, adotou-se o coeficiente de rugosidade de 140, indicado para tubos de plástico (BAPTISTA; LARA, 2003).

$$\Delta H = \frac{10,674 \times Q^{1,852} \times L}{C^{1,852} \times D^{4,871}} \quad (2)$$

Em relação ao conjunto motobomba, obteve-se um par de valores de vazão e altura manométrica juntamente com a SAE, com valores de 0,00694m³/s e 85m. c.a (metros de coluna d'água), respectivamente. Visando encontrar os pontos com altas pressões, foram realizadas três simulações estáticas, para três pares de vazão e altura manométrica.

3 RESULTADOS

A primeira simulação foi realizada para o par de valores obtidos junto à SAE. Na Figura 5 está apresentado o comportamento da rede para a primeira simulação. Como pode ser visto, toda a rede esteve sob pressões negativas, ou seja, a vazão disponibilizada não foi suficiente para abastecimento, estando abaixo do real.

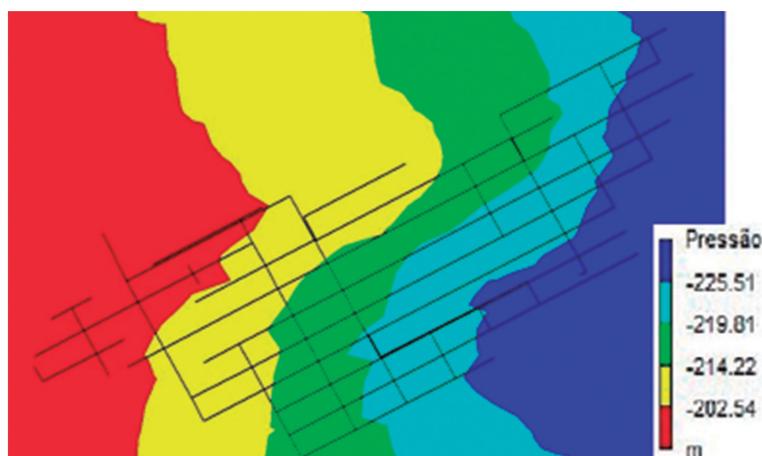


Figura 5. Gráfico das isolinhas para pressões para primeira simulação. Fonte: adaptada de EPANET (2015).

Este resultado incoerente leva a crer que o par de valores repassados pela concessionária não condizem com a realidade de funcionamento da bomba, fazendo com que estes dados sejam irrisórios para a análise aqui proposta.

Em vista disso, coma a primeira vazão definida foi um dado repassado pela concessionária, para a segunda simulação, optou-se por calcular uma nova vazão a partir da Equação 1, de posse de todos os parâmetros já elucidados anteriormente, tem-se então uma vazão de $0,02217\text{m}^3/\text{s}$. Em relação à altura manométrica, foi mantido o mesmo valor. Os resultados apresentados estão na Figura 6.

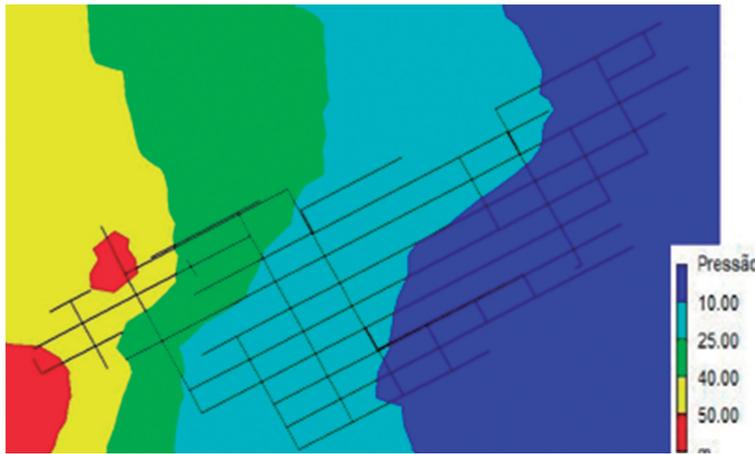


Figura 6. Gráfico das isolinhas para pressões para a segunda simulação. Fonte: adaptada de EPANET (2015).

Segundo a NBR 12218:1994 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, para situação estática da rede, ou seja, sem fluxo, a pressão máxima permitida é de 50m.c.a. Para a mínima, com a rede em escoamento, é de 10m.c.a. Então, como pode ser observado na Figura 6, para este par ordenado de vazão e altura manométrica, grande parte do setor apresenta valores abaixo do permitido. Um pequeno trecho apresentou pressão maior do que a máxima de 50m.c.a, o que faz todo sentido, visto a proximidade com o conjunto motobomba, fazendo com que a pressão seja mais alta, pois a perda de carga é relativamente pequena, em função da relação entre comprimento e perda de carga, em que quanto maior o comprimento da rede, maior a perda.

Em relação à proposta do presente trabalho para gestão das perdas de água com o controle de pressão, para esta simulação com os pares de vazão e altura manométrica, se mostrou inefcaz, pois grande parte da rede está atuando pressões muito baixas. Por fim, a última simulação foi feita mantendo-se a última vazão de $0,02217\text{m}^3/\text{s}$, mas aumentando a altura manométrica para 100m.c.a. A justificativa para este aumento da altura manométrica se deve ao fato da probabilidade do con-

junto motobomba lá locado esteja trabalhando fora da sua faixa ideal, pois as duas simulações anteriores evidenciaram resultados completamente incoerentes com a realidade. Com a nova simulação, os resultados apresentados aparentaram estar mais coerentes e concisos. Conforme a Figura 7, percebem-se trechos próximos à bomba ainda com pressões acima das permitidas em normas, entretanto a predominância é de pressões inferiores às mínimas permitidas, de 10m.c.a.

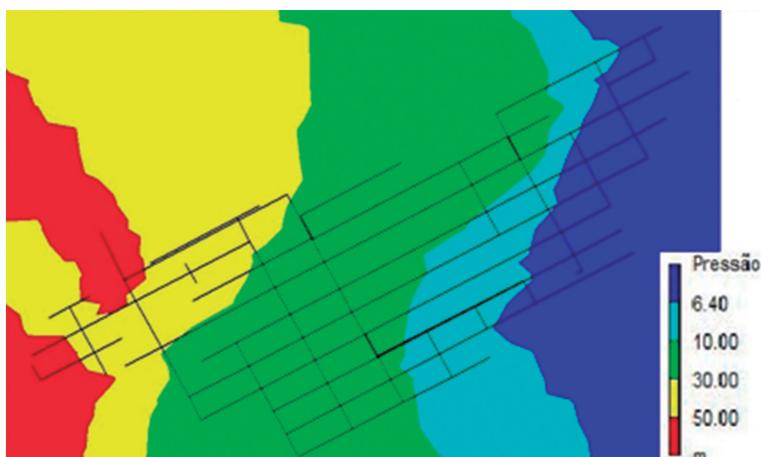


Figura 7. Gráfico das isolinhas para pressões para terceira simulação. Fonte: adaptada de EPANET (2015).

Os resultados apresentados podem ser justificados pelo fato do setor Pontal Norte está em uma cota relativamente elevada em relação à cidade e a ETA, fazendo com que a energia disponível para o abastecimento seja pouca. Outra evidência disto é que, segundo a SAE, este setor é o único que conta com uma estação elevatória própria, ou seja, devido à elevada altitude, houve-se necessidade de instalação de um conjunto motobomba próprio, para compensar o abastecimento.

4 CONCLUSÃO

Com isso, a redução do índice de perdas de água por vazamentos através da metodologia de controle de pressão se mostrou inadequada e ineficaz para o bairro, pois em um diminuto trecho foram encontradas pressões muito elevadas, estando toda a rede praticamente sobre pressões baixas. A recomendação que se tem é a manutenção e a adequação do conjunto motobomba lá locado, visando adequar o abastecimento aos valores permitidos pela NBR 12218:1994.

Como sugestão para estudo dos índices de perdas no setor, com a exclusão do controle de pressão para redução, tem-se a metodologia apresentada em Bezerra e Cheung (2013) em que se faz a aplicação de planilhas eletrônicas, efetuando-se o balanço hídrico. Esta metodologia se baseia na ideia da caracterização de todas

as formas possíveis de consumo, perda, faturamento, não faturamento, entre outros, do uso da água. Com isso é possível se identificar pontualmente onde estão ocorrendo os problemas, sejam vazamentos ou fraudes no sistema. Um exemplo desta separação se encontra no Quadro 1.

Quadro 1. Balanço hídrico

Volume de entrada no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (incluir água exportada) Consumo faturado não medido (estimado)	Água faturada
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido (usos próprios, caminhão pipa etc.) Consumo não faturado não medido (combate a incêndios, favelas etc.)	Água não faturada
	Perda de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro) Erros de medição (micromedição)	
		Perdas reais	Vazamentos nas adutoras e/ ou redes de distribuição Vazamentos e extravasamentos em reservatórios Vazamentos em ramais prediais (a montante do ponto de medição)	

Fonte: Bezerra e Cheung (2013 apud AWWA, 2012).

Este balanço é feito de posse da instalação de válvulas em pontos estratégicos da rede, para perfeito manuseio do fluxo de abastecimento. Utiliza-se também da chamada vazão noturna, em que é feita a medição do consumo em período noturno, na qual as variações são menores, o que facilita a identificação dos vazamentos. Por fim, simultâneo à metodologia do balanço hídrico, utilizar-se de aparelhos mecânicos e eletrônicos para identificação dos vazamentos.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12218:1994** – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.
- AWWA. American Water Works Association. **IWA/AWWA Water Audit Method**, 2012.
- BAPTISTA, M.; LARA, M. **Fundamentos da engenharia hidráulica**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG; Escola de Engenharia, 2003.
- BEZERRA, S. T. M.; CHEUNG, P. B. **Perdas de água: tecnologias de controle**. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013.
- EPANET. **Simulação hidráulica e de parâmetros de qualidade em sistemas de transporte e distribuição de água**. Disponível em: <<http://epanet.lnec.pt/>>. Acesso em: 13 mai. 2015.
- GOOGLE EARTH. **Google**. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. Acesso em: 13 mai. 2015.
- GOMES, H. P. **Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes de elevatórias**. 3. ed. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2009.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Catalão**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=520510>>. Acesso em: 12 maio 2015.
- LEITE, F. Sabesp desperdiça 31% de água, mas diz perder 24%. **O Estadão de S. Paulo**, 2014. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,sabesp-desperdica-31-de-guamas-diz-perder-24,1131535,0.htm>>. Acesso em: 10 maio 2015.
- SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/Default.aspx>>. Acesso em: 10 mai. 2015.
- TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

18

CAPÍTULO

OTIMIZAÇÃO DO ESPAÇO ARQUITETÔNICO PRISIONAL: MAPEAMENTO SISTÊMICO E PROJETO

Ruvier Rodrigues Pereira¹

Heber Martins de Paula¹

Resumo: O sistema prisional brasileiro apresenta um grande déficit de vagas, fato este que gera a superlotação das unidades prisionais. Assim, o objetivo deste trabalho foi propor uma otimização do espaço físico de uma penitenciária, embasado em dados bibliográficos nacionais e internacionais que norteiam quanto à elaboração de projetos de edificações prisionais. Para tanto, foi realizado

¹ Unidade Acadêmica Especial de Engenharia, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

E-mail de contato: ruvierrodrigues@hotmail.com

o mapeamento sistêmico, dentro das principais bases de dados de periódicos, avaliando as tendências arquitetônicas das prisões. Foram realizadas visitas a sistemas prisionais existentes com o intuito de estreitar o conhecimento acerca do tema. Em linhas gerais pode-se observar que são poucos os estudos que norteiam quanto à elaboração correta de projetos de presídios, além disso, destacam que esse fator está diretamente relacionado aos problemas existentes no sistema prisional. Partindo, então, de uma adaptação do modelo panóptico, elaborou-se um modelo de presídio para 300 detentos. Os espaços foram otimizados com base em diretrizes e guias, e pode-se perceber que existem muitas semelhanças, seja na proposta arquitetônica, seja o funcionamento do estabelecimento penal. Assim, pode-se concluir que não há um padrão universal acerca dos estabelecimentos penais, ficando a cargo do país estabelecer suas próprias diretrizes.

Palavras-chave: Arquitetura prisional. Mapeamento sistêmico. Otimização.

Abstract: The Brazilian prison system presents a large deficit of space available, a fact that generates the overcrowding of prisons. The objective of this study was to consider the optimization of the physical space of a penitentiary, based on national and international bibliographic data that guide regarding the elaboration of prison building projects. Thus, the systemic mapping was performed within the main periodical databases, evaluating the architectural trends of prisons. Visits were made to existing prison systems in order to narrow the knowledge on the subject. Generally speaking it can be seen that there are few studies that guide for proper preparation of projects prisons also highlight that this factor is directly related to the problems in the prison system. Leaving, then, an adaptation of the panopticon model, elaborated a model prison for 300 inmates. The spaces have been optimized based on guidelines and guides, and you can see that there are many similarities, both in architectural proposal or on the operation of the penal establishment. Thus, it can be concluded that there is no universal standard about prisons, leaving the country's position to establish their own guidelines.

Keywords: Prison architecture. Mapping study. Optimization.

1 INTRODUÇÃO

As prisões em uso são frequentemente antigas e estão em mau estado. Suas instalações e serviços são normalmente inadequadas, o que dificulta garantir condições humanas de detenção bem como o cumprimento das normas e diretrizes. Muitos prédios podem ser usados sem levar em conta o uso eficiente e seguro do espaço, sendo comum encontrar espaços como salas de aula e oficinas, por exemplo, sendo utilizados como acomodação para os presos, isso se deve ao aumento

da população de detentos. Com isso o estabelecimento prisional fica propício a apresentar graves problemas (ICRC, 2012).

O sistema prisional brasileiro, por exemplo, encontra-se num cenário de precariedade e insalubridade. A proliferação de doenças graves, situações desumanas, violência sexual, grande presença de drogas são reflexos negativos desse cenário. A superlotação do sistema prisional é o principal responsável por essa situação, que além de tudo, é responsável pelas constantes rebeliões e fugas (CAMARGO, 2006). O aumento da criminalidade, aliado ao déficit de espaços físicos adequados, são fatores preponderantes para tal superlotação.

Um edifício penal é aquele que satisfaz as necessidades básicas de seus usuários com segurança, proporcionando um gerenciamento interno eficaz e eficiente. Logo, muitas prisões não conseguem atingir esses objetivos, sendo consideradas *catástrofes arquitetônicas*. Assim, uma má concepção de projeto pode resultar em graves problemas de execução, elevando os custos financeiros e o desgaste político. Além disso, são comuns os registros de tentativas de suicídios; incêndios; vandalismo; passagem de contrabando; agressões contra funcionários e detentos; e problemas de saúde e de comportamento (NIC, 2011).

Para tentar evitar a superlotação e os entraves supracitados do sistema carcerário, a elaboração dos projetos arquitetônicos devem seguir algumas diretrizes. No Brasil elas são estabelecidas pelo Ministério da Justiça. O primeiro órgão da execução penal é o Conselho Nacional de Política Criminal e Penitenciária (CNPCP). O CNPCP é responsável por uma nova política criminal através de avaliações do sistema existente, elaborando planos coordenados de controle da criminalidade por parte do governo (BRASIL, 2011; SUN, 2008).

Mesmo com a existência de normas e diretrizes, há outros fatores que podem culminar em um projeto deficiente. A questão financeira é um fator decisivo na concepção eficiente de um estabelecimento penal, pois a limitação orçamentária pode comprometer a construção de serviços essenciais, a manutenção, além de limitar os gestores a cumprir as normas, propiciando então, a falta de segurança e o aumento dos efeitos negativos da prisão (ICRC, 2012).

A escolha da arquitetura está, portanto, diretamente ligada à eficiência e segurança do edifício prisional. A arquitetura deve ser pensada de acordo com a finalidade do edifício de forma que este atenda ao máximo a suas necessidades.

O atual sistema prisional brasileiro apresenta estruturas com características e nomenclaturas distintas dependendo da finalidade para o qual foi desenvolvida. O Ministério da Justiça, através de suas Diretrizes Básicas para Arquitetura Penal (BRASIL, 2011), apresenta a seguinte classificação dos estabelecimentos penais: estabelecimentos para idosos; cadeias públicas ou estabelecimentos congêneres;

penitenciárias; colônias agrícolas, industriais ou similares; casas do albergado; centros de observação criminológica; hospitais de custódia e tratamento; complexos ou conjuntos penais; e central de penas e medidas alternativas. Logo, o foco deste estudo será em penitenciárias em que há “o recolhimento de pessoas presas com condenação à pena privativa de liberdade em regime fechado, dotadas de celas individuais e coletivas” (BRASIL, 2011, p. 25).

O presente estudo, então, teve por objetivo realizar um mapeamento dos principais trabalhos publicados sobre o tema e propor uma otimização do espaço físico de uma penitenciária com base no levantamento de dados bibliográficos nacionais e internacionais que norteiam a elaboração de projetos de edificações prisionais.

2 EVOLUÇÃO DO SISTEMA E DA ARQUITETURA PRISIONAL

As prisões, por séculos, serviam para guarda de escravos, para prisioneiros de guerra ou ainda para custódia dos réus até o julgamento, de onde teriam pena de morte ou decapitação de membros como punição. Tais punições, por não intimidarem mais e em virtude de críticas de filósofos, foram substituídas por reclusão, que busca a correção e a recuperação dos presos. Estudar os locais adequados para a privação da liberdade se tornou uma necessidade, surgindo, então, reflexões sobre a arquitetura das prisões (VIANA, 2009; SUN, 2008).

Na segunda metade do século XVI implantou-se no castelo de Bridell, na Inglaterra, o primeiro estabelecimento correcional, com o intuito de defender da criminalidade, o reino. Baseado nesse estabelecimento construiu-se em vários lugares da Inglaterra as chamadas *houses of correction* ou *Bridwells*. No mesmo século, em Amsterdã, criam-se as *Rasphuis* (casas de correção) (VIANA, 2009; SUN, 2008).

Ocorre, então, uma estagnação no desenvolvimento de novos projetos. Até que em 1704, o Papa Clemente XI reconstruiu e modernizou o hospital San Michele de Roma para abrigar jovens delinquentes, que através do silêncio seria dado à instrução moral, prevenindo a contaminação de condutas e de pensamentos imorais. A Casa de Correção San Michele, então, se torna um protótipo de projeto denominado de bloco celular, caracterizado por celas individuais com colchão, sanitário, luz e ventilação natural (ADRIANO, 2010).

Derivando-se desse protótipo em bloco celular, surgem novos sistemas prisionais que se adaptam a novas teorias. Na Figura 1 é apresentado um fluxograma com os sistemas prisionais e suas principais características.

Aliada aos sistemas prisionais, tem-se a arquitetura penal, que teve sua abordagem mudada com o passar dos anos. Na Figura 2 é apresentada a evolução da arquitetura prisional com suas principais características.

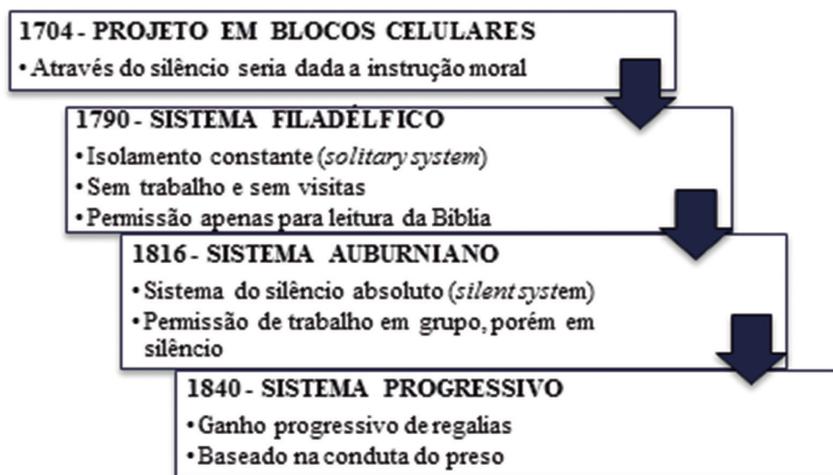


Figura 1. Fluxograma sistemas prisionais.

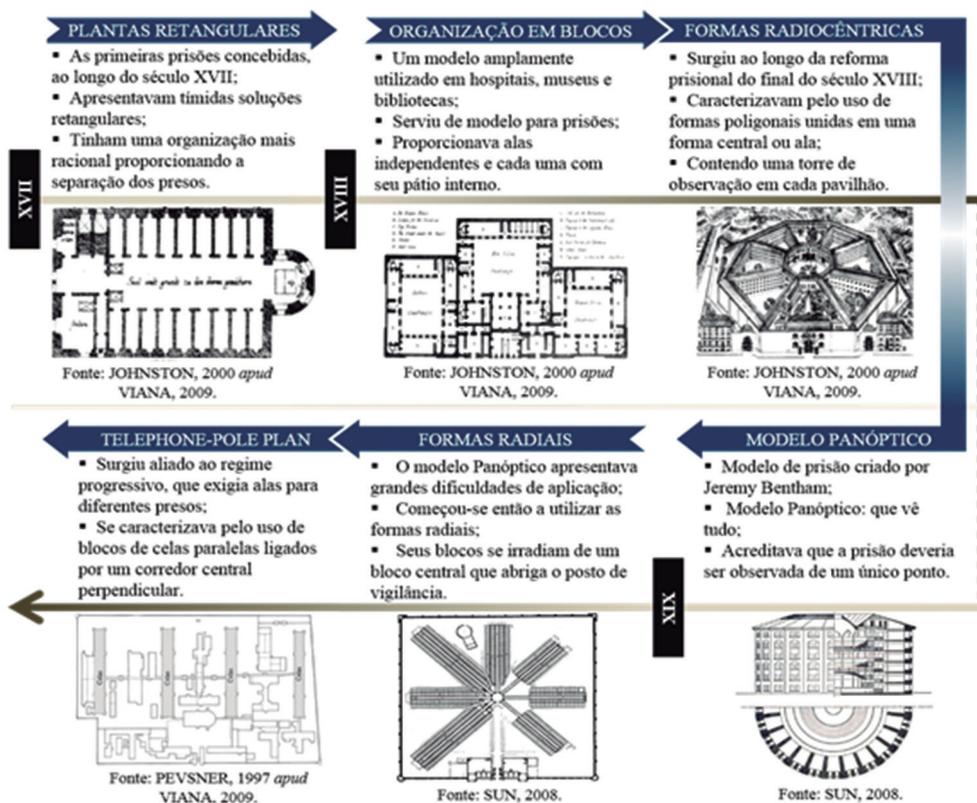


Figura 2. Evolução da arquitetura prisional.

As tipologias da arquitetura penal estão em constantes alterações, além de várias estruturas penais serem junções e adaptações dos modelos apresentados: “Antigas formas de prisão persistiram, mas com significativas modificações, e novas formas emergiram, especialmente nas últimas três décadas do século vinte” (JOHNSTON, 2000 apud VIANA, 2009, p. 19).

3 HISTÓRICO E CONDIÇÃO ATUAL DAS PRISÕES BRASILEIRAS

O sistema prisional, bem como a arquitetura penal, sofreram alterações com o passar dos anos. No Brasil não foi diferente. No Período Colonial, as cadeias eram situadas junto à Casa de Câmara, geralmente localizadas em uma praça, sendo o primeiro pavimento a cadeia que abrigava os presos em um grande espaço livre e sem nenhuma separação e no segundo pavimento a câmara. Como exemplos desse período tem-se a Casa de Câmara e Cadeia de Ouro Preto (Figura 3), inaugurada em 1785, e a de Mariana (Figura 4), inaugurada em 1798 (VIANA, 2009).



Figura 3. Casa de Câmara e Cadeia de Ouro Preto.
Fonte: Viana (2009).



Figura 4. Casa de Câmara e Cadeia de Mariana.
Fonte: Viana (2009).

Com a chegada da família real no Brasil, em 1808, foi instaurado o Império. Em 1830 através do Código Criminal construíram-se os primeiros edifícios baseados na Reforma Jurídico-Penal. Em 1834 foi elaborado o projeto da Casa de Correção da cidade do Rio de Janeiro (Figura 5), que só foi inaugurada em 1850 (ESTECA, 2010). Outro exemplo é a Casa de Detenção do Recife, inaugurada em 1867 (Figura 6). Ambas casas de detenção foram concebidas com base no modelo panóptico.

Em 1889, é proclamada a República, havendo a necessidade de um novo código penal, elaborado por Batista Pereira, aprovado e publicado em 1890 (BITEN-COURT, 2012).

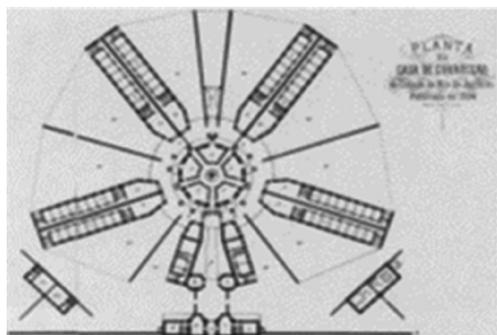


Figura 5. Projeto da Casa de Correção do Rio de Janeiro. Fonte: Johnston (2000 apud VIANA, 2009).



Figura 6. Casa de Detenção do Recife. Fonte: Viana (2009).

A arquitetura penal passou, desde então, a ser conformada na Ciência Penitenciária, que “propunha a classificação criminológica e a separação dos diferentes tipos de presos em estabelecimentos distintos: de regime fechado, semiaberto e aberto” (ESTECA, 2010, p. 13). A exemplo das edificações prisionais do período republicano tem-se a Penitenciária José Maria Alkimim (Figura 7), inaugurada em 1938, em Ribeirão das Neves, Minas Gerais, e a Casa de Detenção de São Paulo – conhecida como *Carandiru* – inaugurada em 1956 (Figura 8). A Penitenciária José Maria Alkimim possui linguagem arquitetônica Art Déco e modelo de blocos paralelos, já a Casa de Detenção de São Paulo é do modelo quadrado oco (VIANA, 2009).



Figura 7. Penitenciária José Maria Alkimim, de Minas Gerais. Fonte: Vaz (2005).



Figura 8. Casa de Detenção de São Paulo (Carandiru). Fonte: Viana (2009).

A partir da década de 1970, a Política Penitenciária Nacional começou a se desenvolver, sendo uma base dos princípios arquitetônicos penitenciários (ESTECA, 2010). Na década de 1980 algumas unidades penais são privatizadas, logo o Estado ainda participava como cogestor. A primeira unidade privatizada foi a Penitenciária Industrial de Guarapuava (Figura 9), inaugurada em 1998, e a

segunda em Cascavel (Figura 10), inaugurada em 2002, ambas no Paraná e com modelo semelhante (VIANA, 2009).



Figura 9. Penitenciária Industrial de Guarapuava, Paraná. Fonte: <<http://www.depen.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=36>>.



Figura 10. Penitenciária Industrial de Cascavel, Paraná. Fonte: <<http://www.depen.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=35>>.

O desenvolvimento do sistema prisional brasileiro não foi simultâneo com o crescimento da criminalidade e com o aumento da população carcerária. O *International Centre for Prison Studies* (ICPS) de Londres realizou pesquisas a respeito da situação das prisões, contribuindo para a melhoria da política e prática em prisões no mundo. De acordo com o ICPS de 2014 o Brasil possuía a quarta maior população carcerária do mundo (Tabela 1).

Tabela 1. Ranking países com maior população carcerária

Ranking	País	População Carcerária
1	Estados Unidos da América	2.217.000
2	China	1.657.812
3	Rússia	656.618
4	Brasil	607.730
5	Índia	411.992

Fonte: ICPS, 2014.

Não há espaço físico suficiente para abrigar toda essa população carcerária, fato este que decorre de vários anos sem um aumento significativo do número de vagas nos estabelecimentos penais. A InfoPen – Estatística, do Ministério da Justiça, traz o registro de indicadores gerais e preliminares sobre a população

penitenciária brasileira. Tomando como base os dados disponibilizados pela In-foPen de 2000 a 2012 e do CNJ de 2014, foi possível representar, na Figura 11, o quantitativo da população carcerária, o número de vagas disponibilizadas e o déficit destas no período de 2000 a 2014.

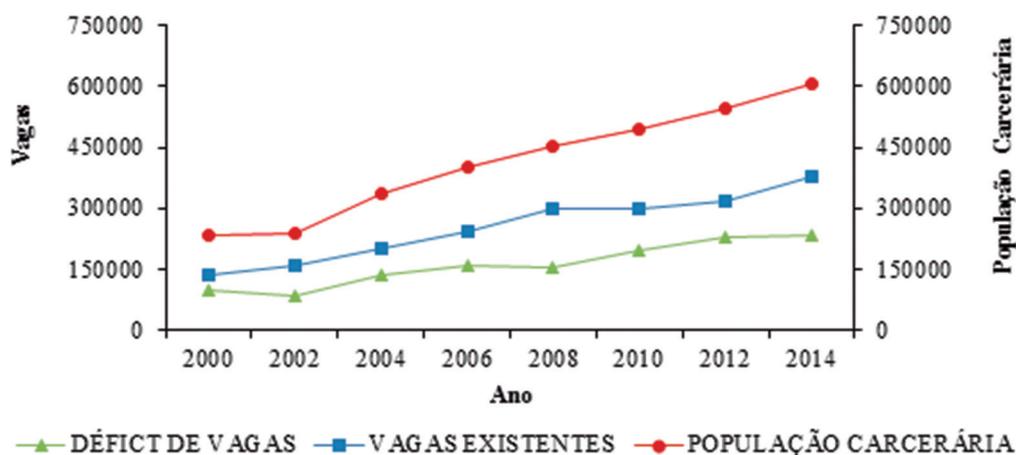


Figura 11. População carcerária, vagas existentes e déficit de vagas do sistema prisional brasileiro. Fonte: adaptada de Brasil (2012; 2014).

Percebe-se então que a superlotação no Brasil é um fato que vem se arrastando nos últimos anos como, por exemplo, em 2014 só haviam vagas para 62% da população carcerária. Outro dado alarmante é o número de mandados de prisão em aberto, que, de acordo com o CNJ, em 2014, foi de 373.991. Caso esses mandados fossem executados, totalizariam 981.721 presos, passando o sistema a atender somente 38% da população carcerária. Esses dados não estão levando em consideração o total de 147.937 pessoas em prisão domiciliar (BRASIL, 2014).

O poder público apresenta algumas medidas para uma reforma prisional de modo a melhorar as condições dos espaços penais, tentando garantir o objetivo desses espaços: a ressocialização do detento. Para que isso realmente possa ocorrer é necessária uma revisão de todo o sistema, entendimento e atualização dos paradigmas do espaço penal para que se possam estreitar as relações entre sistema penal, arquitetura e prática (VIANA, 2009).

4 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido em quatro etapas:

- a) Mapeamento sistêmico da literatura;
- b) Comparativos entre diretrizes nacionais e internacionais;

- c) Visitas ao estabelecimento prisional de Catalão e Corumbáiba, ambos no estado de Goiás;
- d) Otimização do espaço físico de um modelo penitenciário e de uma cela.

O mapeamento sistêmico ou *mapping study* é um método proposto por Bailey et al. (2007) e Petersen et al. (2008), utilizado para identificação dos principais pontos de estudos e publicações sobre o tema. Esse método consiste em uma busca sistemática em base de dados que dispõem de um vasto acervo de publicações e que possibilitem a pesquisa de arquivos através de termos lógicos.

Para o estudo foram utilizadas as seguintes bases de dados: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Scopus*, *Scielo* e *Science Direct*. Não houve nenhuma restrição quanto ao tipo de publicação a fim de colher o maior número de materiais.

As expressões utilizadas na busca foram: “prison architecture” e “prison construction”. Ambas expressões foram escolhidas através de uma leitura prévia sobre o assunto em discussão.

Em posse dos dados, foi realizada uma leitura dos títulos para uma prévia seleção, analisando o tema tratado e a presença de arquivos repetidos. Por conseguinte, a seleção foi realizada através dos resumos, analisando efetivamente o conteúdo dos arquivos. Assim, realizou-se a leitura na íntegra dos artigos selecionados, analisando tópicos em comum.

Para aprimorar o conhecimento acerca da arquitetura prisional, deu-se início ao estudo de diretrizes de projetos nacionais e internacionais para implantação de presídios. As diretrizes encontradas estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Diretrizes nacionais e internacionais sobre arquitetura e sistemas construtivos de prisões

Título	Ano	Local
Prison construction and rehabilitation: findings and recommendations ¹	2007	United Nations
Diretrizes básicas para arquitetura penal	2011	Brasil
Jail design guide ²	2011	Estados Unidos
Water, sanitation, hygiene and habitat in prisons: supplementary guidance ³	2012	Suíça

¹ Construção de prisões e reabilitação: conclusões e recomendações.

² Guia de projeto de prisões.

³ Água, saneamento, higiene e habitat nas prisões: orientações complementares.

As visitas ao sistema prisional de Catalão e Corumbáiba foram realizadas com o intuito de conhecer um sistema prisional em funcionamento e estreitar

o conhecimento acerca do assunto. Não foram coletados registros fotográficos devido a restrições internas do presídio. Assim as visitas auxiliaram para a visualização de como são colocadas em prática às normas existentes.

Através dos resultados obtidos com o mapeamento sistêmico, comparativo das normas e diretrizes e das visitas ao sistema prisional de Catalão e Corumbáiba, elaborou-se um esquema arquitetônico de uma penitenciária, que atenda uma população de 100 mil habitantes. Além do esquema foi proposto também um modelo de cela.

5 RESULTADOS

5.1 Mapeamento sistêmico da literatura

Visto o estado crítico do sistema prisional brasileiro, é necessário, então, realizar a ampliação do sistema, seja com reforma ou construção de novos edifícios prisionais. Assim, uma arquitetura bem desenvolvida e analisada é capaz de suprir a maioria das necessidades. O mapeamento sistêmico vem, então, da necessidade de encontrar mais materiais bibliográficos referentes ao assunto.

O mapeamento está representado na Tabela 3. Através dos dados do mapeamento realizou-se o levantamento do quantitativo de publicações anuais que estão representados na Figura 12.

Tabela 3. Resumo dos resultados obtidos das pesquisas nas bases de dados por expressão-chave utilizada.

Bases de dados	"Prison architecture"		"Prison construction"	
	Inicial	Título Aderentes	Inicial	Título Aderentes
Periódicos CAPES	56	42	117	47
Scopus	17	7	32	3
SCIELO	2	1	29	1
Science Direct	28	4	84	3
TOTAL	103	54	262	54
Títulos sem repetições	35		50	
Artigos selecionados após leitura do título e resumo	15		21	

Na Figura 12, percebe-se uma pequena quantidade de estudos realizados na área de arquitetura e construção prisional. Mesmo observando que no período de 2005 a 2014 houve um crescimento importante nas publicações, ainda assim não são suficientes para analisar e discutir os principais temas relacionados à arquitetura e aos sistemas construtivos de prisão.

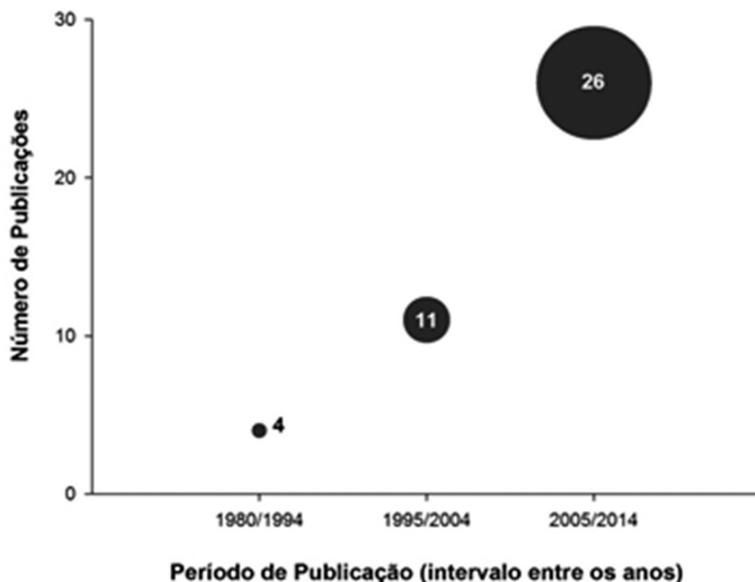


Figura 12. Número de publicações anuais.

Após a leitura dos artigos e das dissertações obtidas pelo mapeamento sistêmico, foram identificados e quantificados alguns tópicos em comum entre eles conforme apresentado na Figura 13.

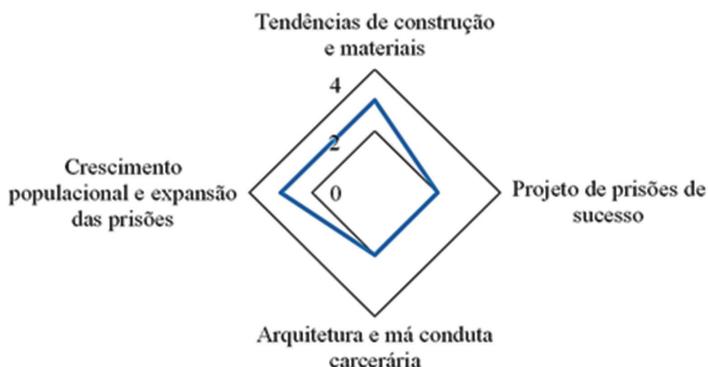


Figura 13. Relação de artigos que abordam temas semelhantes.

Um ponto a ser destacado, a partir da leitura dos artigos, é a relação direta entre o crescimento populacional e a população carcerária, fato este que provoca a necessidade de expandir o sistema prisional existente. A decisão de construir novas prisões, de acordo com Benton e Silberstein (1983) está relacionada a três fatores:

- **Fatores aceleradores:** são os fatores que aumentam a necessidade de nova construção ou adequação como, por exemplo, falhas em programas alternativos para prisões; necessidade de melhorar ou especializar as instalações; decisões judiciais que exijam abandono das instalações ou que limitam o número de prisioneiros; incidentes e distúrbios; e crescimento geral da população.
- **Buffers:** permite a expansão de populações carcerárias em estruturas já existentes, sem o desenvolvimento de novas instalações. Existem dois grandes fatores de *buffer*, que são o excesso de capacidade (vagas ociosas) e a flexibilidade da definição da capacidade (possibilidade de criação de novas vagas em uma área ou cela existente).
- **Fatores inibidores:** são os outros fatores que diminuem a construção de novas prisões, que podem ser influenciados por valores políticos; limitação orçamentária; oposição relacionada ao local de implantação; tamanho absoluto da população prisional; e limitações regulamentares.

Um exemplo da necessidade de ampliação do sistema prisional foi apresentado por Steinhauer (2007) em um artigo para o jornal *The New York Times*, publicado na Califórnia em 2007. O texto relata a aprovação do maior programa para a construção de uma única prisão nos EUA, com capacidade para 53.000 leitos. Tal programa aliviaria o sistema prisional existente, bem como teria espaço livre para programas de reabilitação para os presos.

No mesmo ano, na Grã-Bretanha, um artigo da revista *The Economist* (2007) apresentou os planos para a construção de novas prisões. Essas prisões foram denominadas de *Titans*, sendo duas vezes maiores que as existentes, abrigando cada uma, 2.500 detentos.

Como alguns estados lutam para ficar um passo à frente do crescimento da população, uma análise das tendências mostra que as prisões em construção hoje são muito diferentes das instalações construídas no passado. Os projetos passaram a incluir o uso de pré-moldados e materiais pré-fabricados, tais como as células 3D feitas de concreto ou metal que se encaixam, simplificando a construção, reduzindo custos e tempo e, com isso, acelerando o processo (DALLAO, 1997; COOK, 1997).

Aliar o projeto à execução pode gerar uma melhora significativa no produto final. Existem alguns fatores que podem culminar em tal sucesso como, por exemplo, a análise minuciosa do projeto antes do início da obra; reunir arquitetos, engenheiros e equipe de construção ainda na fase de projeto; analisar opções mais rentáveis e funcionais; compatibilizar os projetos; desenvolver um plano de logística global; desenvolver uma programação completa da construção; incen-

tivar a participação de empresas locais e ter um controle orçamentário eficiente (MCQUADE; PIOTROWSKI, 1993).

Após a execução inicia-se a fase de ocupação, havendo outros fatores importantes para garantir o sucesso da edificação prisional como: a utilização de tecnologias recentes de vigilância, monitoramento eletrônico, número de funcionários suficientes para operar o sistema e a realização de classificação dos detentos em relação à ocupação das instalações prisionais (HOWELL; STRADER, 1996). Um dos problemas que mais afeta o sistema prisional, na fase de utilização da edificação, é a má conduta carcerária. Estudos mostram que este problema está ligado a diversos fatores, dentre eles a arquitetura da edificação (MORRIS; WORRALL, 2014). Wener (2000) sugere que a arquitetura prisional, a organização da prisão, e a relação funcionários/detento podem influenciar a forma como os presos percebem sua situação (em particular, o quão seguro eles se sentem, necessidade de competir por recursos escassos e a probabilidade de sofrer as consequências de seus atos), culminando em ações violentas.

5.2 Diretrizes para a arquitetura prisional

Em 11 de julho de 1984 foi instituída a Lei de Execução Penal (LEP), Lei nº 7.210, que tem por objetivo efetivar as disposições de sentença proporcionando ao condenado uma integração social. Dentre os órgãos responsáveis pela execução penal tem-se o Conselho Nacional de Política Criminal e Penitenciária (CNPCP) que em 2011 publicou uma revisão da normatização da arquitetura prisional: Diretrizes básicas para arquitetura penal. A respeito da arquitetura, a normatização ressalta a importância de desenvolver um projeto que facilite sua administração e manutenção, influenciando no comportamento das pessoas, favorecendo o mínimo de conforto, garantindo o grau de segurança necessários e utilizando soluções viáveis (BRASIL, 2011). As diretrizes básicas para arquitetura penal (BRASIL, 2011) são compostas por anexos que trazem:

- Normas para a apresentação de projetos de construção, ampliação e reforma de estabelecimentos penais e para a Celebração de Convênios com a União;
- Conceituação e classificação de estabelecimentos penais;
- Elaboração de projetos arquitetônicos e projetos específicos - Tipologia arquitetônica;
- Programas para estabelecimentos penais;
- Critérios gerais de medição para a elaboração dos orçamentos;
- Conceituação dos projetos de arquitetura e engenharia para estabelecimentos penais;
- Documentação modelo do Ministério da Justiça/DEPEN.

Em seu Anexo IV, são apresentadas as diretrizes para elaboração de projetos arquitetônicos para construção, reforma ou ampliação de estabelecimentos penais. Partindo da quantidade de vagas a se atender, tem-se que a área total do estabelecimento penal a ser construído deve estar entre os limites de 12,00 a 60,00 m² de área construída por pessoa presa (inclusive pátios de sol descobertos) e a área total de terreno entre os limites de 16,00 e 100,00m² de área de terreno por pessoa presa como forma de fixar a taxa de ocupação. Logo há restrições acerca da capacidade dos estabelecimentos penais de acordo com sua classificação, conforme apresentado na Tabela 4. Tem-se ainda que os módulos de celas não podem ultrapassar a capacidade de 200 pessoas presas (BRASIL, 2011). O *Supplementary guidance*, da Suíça, diz que a taxa de ocupação é comumente discutida nas questões de superlotação, não apresentando valores máximos e mínimos para tal taxa, nem para a capacidade dos estabelecimentos penais (ICRC, 2012).

Tabela 4. Capacidade geral dos estabelecimentos penais

Estabelecimento Penal	Capacidade máxima de detentos
Penitenciária de Segurança Máxima	300
Penitenciária de Segurança Média	800
Colônia Agrícola, Industrial ou similar	1000
Casa do Albergado ou similar	120
Centro de Observação Criminológica	300
Cadeia Pública	800

Fonte: Brasil (2011).

Os guias e as diretrizes (Tabela 2) também apresentam alguns parâmetros arquitetônicos, podendo-se destacar aqueles relacionados às celas, que, quando individuais, são a menor célula de um estabelecimento penal. Ainda no Anexo IV das diretrizes básicas para arquitetura penal é apresentada a Tabela 5, com as dimensões mínimas para as celas no Brasil.

Se forem utilizadas três camas superpostas (beliches de três camas), deverá ser previsto um pé-direito mínimo de três metros e meio, independentemente de exigir-se uma cubagem menor, e quando o chuveiro se localizar fora da cela coletiva poderão ser subtraídos 0,96m² da área em relação ao valor mínimo fixado no quadro acima, sem prejuízo do parâmetro de diâmetro equivalente (BRASIL, 2011).

O *Supplementary Guidance* (ICRC, 2012), da Suíça, e o *Jail Design Guide* (NIC, 2011), dos EUA, também abordam a área mínima das celas de edificações penais. É apresentado no *Supplementary Guidance* um levantamento das áreas mínimas de celas de alguns países e associações. A Tabela 6 traz um resumo do

levantamento realizado *pele Supplementary Guidance* e da área mínima das celas segundo o *Jail Design Guide*.

Tabela 5. Dimensões mínimas para celas

Capacidade (vaga)	Tipo	Área Mínima (m ²)	Diâmetro Mínimo (m)	Cubagem Mínima (m ³)
1	Cela individual	6,00	2,00	15,00
2		7,00	2,00	15,00
3		7,70	2,60	19,25
4		8,40	2,60	21,00
5	Cela coletiva	12,75	2,60	31,88
6		13,85	2,85	34,60
7		13,85	2,85	34,60
8		13,85	2,85	34,60

Fonte: Brasil (2011).

Tabela 6. Dimensões mínimas para celas em alguns países, associações e guias

Capacidade cela (vaga)	Área Mínima (m ²)					Por preso
	1	2	3	20	37	
Albânia	4,00	-	-	-	-	-
Suíça	12,00	-	-	-	-	-
Chile	6,00	-	-	-	-	-
Guatemala	11,52	-	20,68	-	276,35	-
Quênia	-	-	-	-	-	3,70
Senegal	-	-	-	-	-	3,55
Mauritius	8,75	-	-	81,60	-	-
Austrália	8,75	12,00	-	-	-	-
American Correctional Association	3,25	-	-	-	-	2,32
European Committee for the Prevention of Torture (CPT)	6,00	-	-	-	-	4,00
International Committee of the Red Cross (ICRC)	5,40	-	-	-	-	3,40
Jail design guide	5,20	6,60	-	-	-	-

Fonte: ICRC (2012); NIC (2011).

Para maximizar a capacidade das celas, é sugerida pelo ICRC a utilização de beliches em que a área mínima é 3,4m² por detento, sendo que para cada beliche utilizado deve-se subtrair uma parcela de 1,6m² referente à cama adicional (ICRC, 2012). Percebe-se, então, que o valor adotado pelo Brasil para as áreas mínimas das celas está dentro de um padrão mundial, não havendo grandes discrepâncias.

Os muros e alambrados também são partes fundamentais no estabelecimento penal, pois são eles os responsáveis em dificultar fugas, auxiliando efetivamente na segurança da prisão. Os muros ou alambrados, de acordo com as diretrizes básicas de arquitetura penal brasileira, devem ter no mínimo 5 metros de altura, sem nenhuma saliência. É apresentado também pelas diretrizes os afastamentos mínimos, sendo estes apresentados na Tabela 7 (BRASIL, 2011).

Tabela 7. Recuos mínimos necessários por tipologia arquitetônica e por barreira

Tipologia arquitetônica		Recuo mínimo	
		Muro	Alambrado
Edifício horizontal	Com presença de preso	10,00	15,00
	Sem presença de preso	Altura da barreira	10,00
Edifício vertical	Com presença de preso	$10,00 + (n - 2)/2$	$15,00 + (n - 2)/2$
	Sem presença de preso	Altura da barreira + $(n - 2)/2$	$10,00 + (n - 2)/2$

*n = número de pavimentos

Fonte: Brasil (2011).

O *Jail Design Guide* cita que as cercas das prisões construídas em áreas não urbanas são compostas por duas vedações paralelas, distantes entre si e com apenas uma abertura para entrada pública, situada perto da administração, e outra de veículos (NIC, 2011). De acordo com o Art. 83, da LEP:

O estabelecimento penal, conforme a sua natureza, deverá contar em suas dependências com áreas e serviços destinados a dar assistência, educação, trabalho, recreação e prática esportiva. (BRASIL, 1984, p. 16)

Então, cada tipo de estabelecimento penal possui um programa de necessidades, conforme a diretriz do CNPCP, sendo que esses devem estar setorizados de modo a promover um fluxo ordenado de pessoas e veículos. Pode-se assim, dividir um estabelecimento penal em:

- a) *Setor externo*, cujo fluxo componha-se de pessoas estranhas ao estabelecimento (visitas), guarda externa e pessoal administrativo;

- b) *Setor intermediário*, onde possam vir a circular pessoas dos setores externo e interno;
- c) *Setor interno*, onde o uso é exclusivamente de pessoas presas e de funcionários. (BRASIL, 2011, p. 49)

Cada setor possui módulos de acordo com o programa de necessidades, conforme apresentado na Tabela 8. As penitenciárias devem conter todos esses módulos, sendo facultativa a presença apenas do módulo de esportes.

Tabela 8. Setor e módulo conforme programa de necessidades

Setor	Módulo
Externo	Guarda Externa
	Agente Penitenciário/Monitor
	Administração
Intermediário	Recepção/revista
	Centro observação / triagem/ inclusão
	Serviços
	Saúde
Interno	Tratamento Penal
	Vivência coletiva
	Vivência individual
	Tratamento para dependentes químicos
	Oficina de trabalho
	Educativo
	Polivalente
	Creche
	Berçário
	Visita íntima
Esportes	

Fonte: adaptada de Brasil (2011).

Os outros manuais também apresentam os elementos constituintes de uma penitenciária. O *Jail Design Guide* (NIC, 2011), bem como a diretriz do CNP-CP (BRASIL, 2011), apresentam uma seção para cada módulo, discutindo os seus elementos com suas características e conceitos. O *Supplementary Guidance* (ICRC, 2012) cita os componentes e discute sobre os principais. Ainda de acordo com o *Supplementary Guidance* (ICRC, 2012), as prisões podem ser muito diferentes umas das outras em termos da sua arquitetura, mas elas devem incluir a

mesma gama de instalações e serviços básicos projetados para atender a necessidades materiais dos detidos e requisitos de gestão. O guia *Prison construction and rehabilitation: findings and recommendations* (CIAVARELLA; SUTHERLAND, 2007) também apresenta e discute alguns elementos de um estabelecimento penal.

Cada componente do estabelecimento penal desempenha um papel diferente, logo eles não operam sozinhos, estando interrelacionados. Um componente pode exigir a capacidade de ver, ouvir ou se comunicar com outro espaço. A compreensão dessas interrelações é fundamental para a organização de um projeto de prisão eficiente e eficaz. O *Jail Design Guide* (NIC, 2011) apresenta um modelo de matriz (Figura 14) que norteia sobre a relação entre os componentes do estabelecimento penal.



Figura 14. Matriz de relacionamento. Fonte: adaptada de NIC (2011).

Ao ler ao longo das colunas inclinadas que levam de dois componentes diferentes para onde convergem, é possível encontrar o número que descreve a relação entre os dois espaços (NIC, 2011). Para ilustrar a aplicação da matriz, pode-se tomar o *Controle mestre* em relação à *Visita* (veja o destaque na Figura 14), o valor obtido seria 2 o que indica que os ambientes devem ser próximos e com ligação visual direta.

Em um estabelecimento penal, algumas relações podem ser ditas críticas, merecendo uma atenção especial, como por exemplo: área feminina com área masculina; posições de controle, áreas públicas e de visitas, espaço de apoio e de manutenção relacionadas com as áreas ocupadas pelos presos. Percebe-se, então, que a área dos presos está em toda relação crítica, havendo a necessidade de uma supervisão eficiente. Essa supervisão pode ser direta, por vigilância remota, por vigilância intermitente e monitoramento eletrônico. A diferença fundamental entre eles é que os dois primeiros exigem a presença constante de um agente prisional, havendo contato direto ou indireto com os presos, e os outros dois não necessitam de contato com o agente, sendo o monitoramento realizado eletronicamente (NIC, 2011).

5.3 Otimização do espaço penitenciário e proposta de um modelo de cela

De acordo com o *International Centre for Prison Studies* (ICPS, 2014) no Brasil, a cada 100 mil habitantes, há 301 presos. Então, partindo de uma população de 100 mil habitantes, será proposto um esquema de penitenciária, bem como um modelo de cela, que atenda a essa demanda.

Os projetos de prisão no Brasil, de um modo geral, partem da ideia do modelo panóptico, que foi idealizado por Bentham (SUN, 2008). Através desse modelo é possível obter um estabelecimento penal que necessite de menos agentes prisionais para realizar a vigilância. Assim o esquema representativo da otimização do espaço penitenciário será desenvolvido com base numa derivação do modelo panóptico, em que os blocos de celas se convergem para um ponto central, sendo chamado de modelo em forma radial.

Partindo da população de 300 detentos e com base nos dados obtidos das diretrizes, foi possível desenvolver, então, o esquema representativo, conforme apresentado na Figura 15.

Seguindo as áreas previstas por Brasil (2011), o modelo proposto manteve uma relação de área construída por preso de 12,35 m² e de área total por preso de 33,25 m². Nesse caso, a área de construção ficou dentro de um limite mínimo considerado como o ideal para ocupação.

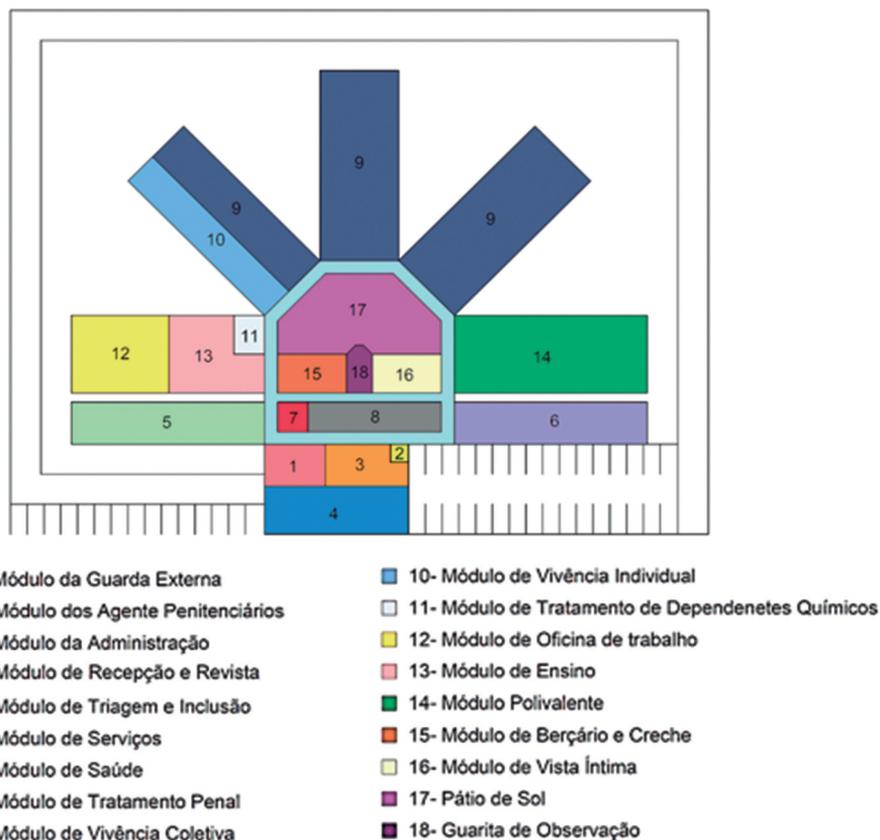


Figura 15. Representação esquemática de uma penitenciária.

A partir do modelo, percebe-se que os blocos de celas se irradiam de um centro, ao qual está posicionado uma guarita de observação, ocupam uma área total acima do mínimo de 16m², contudo pode melhorar o aspecto de vigilância interna. Sugere-se ainda, que o pátio de sol seja construído em um nível inferior ao do bloco de celas, proporcionando melhor visão dos corredores. Com isso, é possível monitorar as três alas de celas e o pátio de sol de um único ponto.

A setorização do edifício é outro fator de suma importância, visto que é com ela que se definem os locais de acesso dos presos e do público, auxiliando, assim, na segurança do estabelecimento penal. A setorização do esquema supracitado está representada na Figura 16.

Um dos componentes mais importantes e que demandam mais cuidado no planejamento e execução é a cela. Neste estudo o modelo proposto foi desenvolvido para abrigar 6 presos. As diretrizes básicas para arquitetura penal (BRASIL, 2011) sugerem o uso de beliche de três camas para o aproveitamento melhor da cela, logo não apresentam a forma de dimensionamento da área da

cela para o uso desses móveis. Então, o dimensionamento da área foi realizado de acordo com o *Supplementary Guidance* (ICRC, 2012), da Suíça, e obteve-se o valor de 14m^2 .

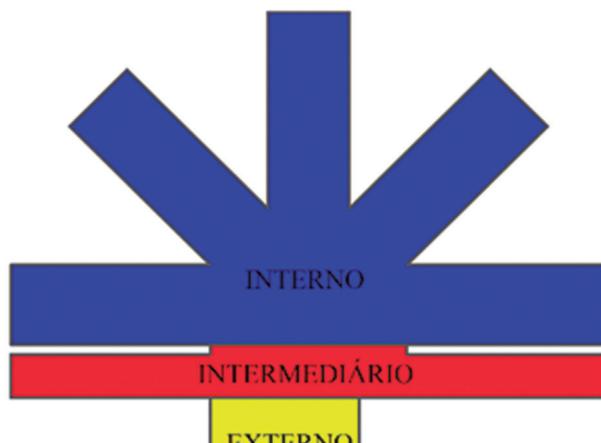


Figura 16. Setorização do esquema de uma penitenciária.

Como a diretriz brasileira traz que o diâmetro mínimo para cela com seis presos é de $2,85\text{m}$, e adotando a área de 14m^2 , obteve-se então a outra dimensão da cela de $4,90\text{m}$. Com isso a cela ficou com $2,85 \times 4,90$ metros (Figura 17 e 18).

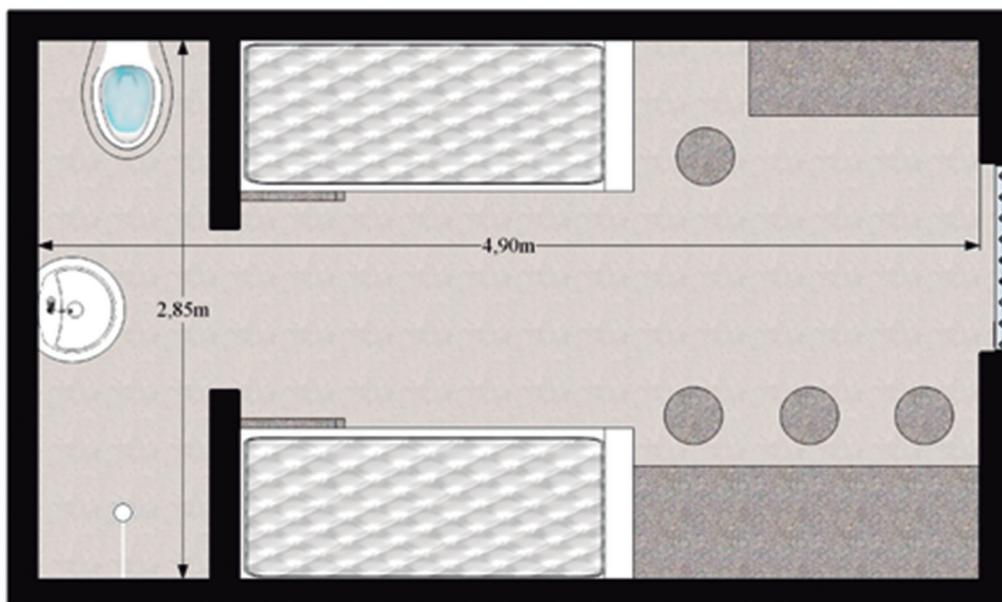


Figura 17. Vista superior da cela em planta.

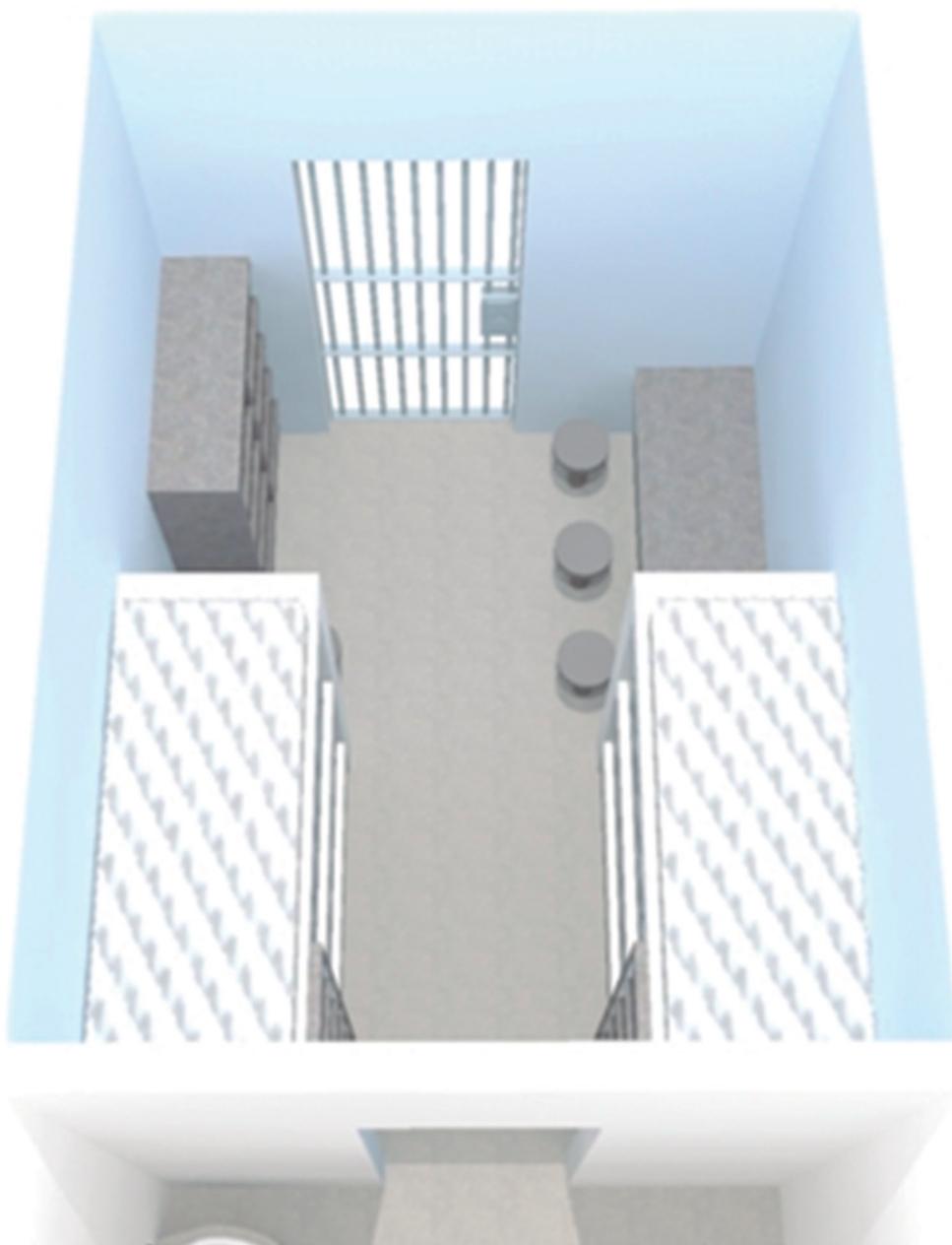


Figura 18. Vista superior da cela em 3D.

A cela foi elaborada de forma que os agentes prisionais, quando posicionados na porta, tenham boa visibilidade de seu interior, com exceção da área sanitária, conforme Figura 18. A cela foi pensada também em relação ao detento, que

terá uma bancada para desenvolver alguma atividade, bem como uma prateleira para guardar os seus pertences.



Figura 19. Vista da porta da cela.

CONCLUSÃO

Visto o crescente aumento do déficit de vagas no sistema prisional brasileiro, percebe-se a necessidade de medidas que supram tais necessidades, diminuindo a superlotação das celas, fato este responsável pela maioria dos problemas do sistema. Apesar do Ministério da Justiça disponibilizar alguns documentos e normas e haver algumas diretrizes internacionais, o tema da arquitetura penal ainda possui poucos materiais bibliográficos disponibilizados, conforme se observou com o mapeamento sistêmico, evidenciando a superficialidade com que o assunto é tratado. Outro fator é o sigilo com que são tratados os projetos, fato esse que inviabiliza muitos avanços técnicos e tecnológicos na área.

Através da análise das diretrizes e guias, percebeu-se que existem muitas semelhanças, seja na proposta arquitetônica ou sobre o funcionamento do estabelecimento penal. A diretriz brasileira do CNPCP e o *Jail Design Guide*, dentre o material encontrado, são os mais completos. A diretriz brasileira é a única que apresenta

as áreas mínimas de cada componente do presídio. Fato este que pode auxiliar ou limitar o desenvolvimento do projeto do estabelecimento, visto que inibe o raciocínio do desenvolvedor do projeto, reduzindo a análise de possíveis melhorias e novas tecnologias. O *Jail Design Guide* deixa claro que objetivo do guia é fornecer orientação e prestar assistência, encorajando o envolvimento local, a aprendizagem e a escolha de instalações individuais de acordo com cada região.

A otimização dos espaços penitenciários através de um estudo arquitetônico pode ser capaz de eliminar a maioria dos problemas existentes no sistema prisional. Logo, não há padrões universais acerca dos estabelecimentos penais, ficando a cargo do país estabelecer suas próprias diretrizes. Assim, realizar uma análise entre diretrizes de diferentes localidades, auxilia no entendimento e na escolha acerca da melhor arquitetura.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, P. J. A. S. **Penitenciária Central de Lisboa: a Casa do Silêncio e o despontar da arquitetura penitenciária em Portugal**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de História de Arte, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BAILEY, J.; BUDGEN, D.; TURNER, M.; KITCHENHAM, B.; BRERETON, P.; LINKMON, S. **Evidence relating to object-oriented software design: A survey**. First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. Computer Society, 2007.
- BENTON, F. W.; SILBERSTEIN, J. A. State prison expansion: an explanatory model. *Journal of Criminal Justice*, v. 11, p. 121-128, 1983.
- BITENCOURT, C. R. **Tratado de direito penal: parte geral**, 1. São Paulo: Saraiva, 2012.
- BRASIL. Código Penal, Constituição Federal. Lei de Execução Penal. Lei nº 7210 de 11 de julho de 1984. *Diário Oficial da União*, 11 de julho de 1984.
- _____. Ministério da Justiça. Conselho Nacional de Justiça (CNJ). **Novo diagnóstico de pessoas presas no Brasil**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.cnj.jus.br/images/imprensa/pessoas_presas_no_brasil_final.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2015.
- _____. Ministério da Justiça. Conselho Nacional de Política Criminal e Penitenciária. **Diretrizes Básicas para construção, ampliação e reforma de estabelecimentos penais**. Brasília: CNPCP, 2011.
- _____. Ministério da Justiça. **Departamento Penitenciário Nacional – Sistema Integrado de Informação Penitenciária (Infopen)**. Brasília. 2012. Disponível em: <<http://portal.mj.gov.br/data/Pages/MJD574E9CEITEMIDC37B2AE94C6840068B1624D28407509CPTBRNN.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2015.
- CAMARGO, V. Realidade do sistema prisional no Brasil. *Revista Âmbito Jurídico*, Rio Grande, 2006. Disponível em: <http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1299>. Acesso em: 23 mar. 2015.

CIAVARELLA, C.; SUTHERLAND, B. **Prison construction and rehabilitation findings and recommendations**. Afeganistão, 2007. Disponível em: <http://www.unodc.org/documents/afghanistan/Prison_Reform/UNODC_Prison_program_report_2007.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2015.

COOK, H. A breakout for prison construction. **Building Design & Construction**, v. 38, n. 5, p. 54, 1997.

DALLAO, M. Prison construction trends: states building fewer but larger facilities. **Corrections Today**, Washington, v. 59, n. 2, p. 70, 1997.

ESTECA, A. C. P. **Arquitetura penitenciária no Brasil: análise das relações entre a arquitetura e o sistema jurídico-penal**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2010. 197 p.

HOWELL, R. E.; STRADER, L. B. Texas and Oregon use different strategies to meet needs. **Corrections Today**, Washington, v. 58, n. 2, p. 102-103. 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de População**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/estimativa_tcu.shtm>. Acesso em: 25 set. 2015.

ICPS. International Centre for Prison Studies. **Highest to Lowest: Prison Population Total**. 2014. Disponível em: <http://www.prisonstudies.org/highest-to-lowest/prison-population-total?field_region_taxonomy_tid=All>. Acesso em: 25 mar. 2015.

ICRC. International Committee of the Red Cross. **Water, sanitation, hygiene and habitat in prisons: Supplementary guidance**. 2012. Disponível em: <<https://www.icrc.org/eng/assets/files/publications/icrc-002-4083.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

McQUADE, D. P.; PIOTROWSKI, R. Nine Steps to a successful prison construction project. **Corrections Today**, Washington, v. 55, n. 4, p. 90, 1993.

MORRIS, R. G.; WORRALL, J. L. Prison architecture and inmate misconduct: a multilevel assessment. **Crime & Delinquency**, v. 60, n. 7, p. 1083-1109, 2014.

NIC. National Institute of Corrections. **Jail Design Guide**. 3. ed. Champaign, 2011. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/static.nicic.gov/Library/024806.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. **Systematic mapping studies in software engineering**. School of Engineering, Blekinge Institute of Technology. University of Bari, Itália, jun. 2008.

STEINHAUER, J. California to address prison overcrowding with giant building program. **The New York Times**, Nova York, p. A18 (L), 2007.

SUN, E. W. Y. **Pena, prisão, penitenciária**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2008. 264 p.

THE ECONOMIST. **Prison expansion: shoulder to shoulder**, v. 385, n. 8558, p. 40. 2007.

VAZ, O. V. **A pedra e a lei**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. 258 p.

VIANA, L. Q. **A contribuição da arquitetura na concepção de edificações penais no Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. 325 p.

WENER, R. Design and the likelihood of prison assaults. In: FAIRWEATHER, L.; MCCONVILLE, S. (Ed.). **Prison architecture: Policy, design, and experience**, Boston, 2000. p. 49-54.

REVISÃO DE HEURÍSTICAS PARA MINIMIZAÇÃO DO TEMPO DE FLUXO EM SISTEMAS *FLOW SHOP* COM TEMPOS DE *SETUP*

Fernanda Neiva Mesquita¹

Hélio Yochihiro Fuchigami^{1, 2}

Resumo: Este trabalho aborda problemas de programação em *flow shop* para minimização do tempo de fluxo (*flow time*) com tempos de *setup* dependente

1 Unidade Acadêmica Especial de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão, Brasil.

2 Campus Aparecida de Goiânia, Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, Brasil.
E-mail de contato: nandi_mesquita@hotmail.com, heliofuchigami@yahoo.com.br

ou independente da sequência das tarefas, cujo método de solução são as heurísticas. Foram analisados artigos que tratam do tema, observando características em comuns e/ou predominantes, possíveis lacunas e potenciais de pesquisa. O estudo mostra a predominância da soma dos tempos de fluxo das tarefas, dentre as variações possíveis para as medidas de desempenho relacionadas ao fluxo de produção, e também a maior quantidade de trabalhos abordando problemas com duas máquinas.

Palavras-chave: *Flow shop*. Tempos de *setup*. *Flow time*. Heurística.

Abstract: This paper focuses on programming problems in shop flow to minimize the flow of time with setup times dependent or independent of the sequence of tasks, whose solution method are the heuristics. Articles were analyzed on the same matter, observing characteristics in common and/or predominant, possible gaps and potential for research. The study shows the prevalence of the sum of the tasks flow times, among the possible variations for the performance measures related to the production flow, and also the largest number of works addressing problems with two machines.

Keywords: Flow shop. Time setup. Flow time. Heuristic.

1 INTRODUÇÃO

O mercado busca por produtos que atendam a algumas características como o preço, a qualidade e também o prazo de entrega. Desta forma, a gestão da produção tem papel de gerenciar os recursos por meio de uma produção mais enxuta, com vistas ao atendimento destes clientes de forma eficiente para fidelizar e atrair cada vez mais consumidores. Dessa maneira, geralmente, o número de programações possíveis cresce rapidamente à medida que o número de atividades e processos aumenta (ANDRADE, 1990; CORRÊA; CORRÊA, 2005).

A atividade de programação é uma das mais complexas tarefas no gerenciamento de produção. Primeiro, os programadores podem lidar com diversos tipos diferentes de recursos simultaneamente. As máquinas podem ter diferentes capacidades e o pessoal, distintas habilidades. De maneira mais importante, geralmente, o número de programações possíveis cresce rapidamente à medida que o número de atividades e processos aumenta (SLACK et al., 1999; ARENALES et al., 2007).

A programação da produção corrobora para a boa ordenação das tarefas que serão executadas; para isso, considera-se uma fração de tempo e a quantidade de máquinas alocadas, ou seja, trata-se da determinação de local e período de execução de cada operação, o que otimizará o processo produtivo (LAWLER, 1989; BAKER; TRIETSCH, 2009). Quanto à metodologia dessa pesquisa, trata-se

de uma análise bibliográfica, que, de acordo com Vergara (1998), é desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionais.

O trabalho se propõe a analisar ambientes de produção do tipo *flow shop*, caracterizado pelo fato de os materiais e peças se deslocarem na fábrica com rotas constantes e com alto grau de automação, capazes de produzir um restrito grupo de produtos em grandes quantidades e a baixos custos. Os processos e as operações estão balanceados para um pequeno grupo de produtos, reduzindo a necessidade de estoques intermediários, que são muito pequenos quando comparados aos estoques de produtos acabados (HAX; CANDEA, 1984).

O *flow shop* contém m máquinas, e as ordens compõem-se de sequências de operações estritamente ordenadas. Todos os movimentos devem ter uma direção uniforme. Um exemplo é uma linha de montagem com estações de trabalho compostas de uma máquina. (HAX; CANDEA, 1984, p. 268)

Um gasto despendido, que será considerado na pesquisa, é o tempo de *setup*, que constitui os tempos reservados na preparação das máquinas, as quais receberão as tarefas. Quando o *setup* depende apenas da tarefa que espera por processamento, é considerado independente e quando o *setup* também depende da tarefa que foi processada anteriormente na máquina, é considerado dependente (ZACCARELLI, 1987).

A medida de desempenho a ser minimizada é o tempo de fluxo (*flow time*) que equivale ao tempo que uma tarefa gasta desde o instante em que está liberada até o final do seu processamento, ou seja, é o tempo que uma tarefa permanece na máquina (TAHA, 2008).

Um problema de produção é denotado na literatura específica por meio de uma notação matemática de três campos. Pinedo (2012) organiza esses parâmetros em um trio $\alpha\beta\gamma$ que auxilia a classificação de um problema de sequenciamento. Esses campos determinam o problema, descrevendo α como o ambiente de produção com o número de máquinas ou estágios, β fornecendo detalhes das limitações dos recursos e tarefas, e γ que contém o objetivo a ser melhorado, ou seja, a medida de desempenho.

De acordo com essa conhecida notação de três campos, o problema pode ser representado pelas seguintes formas: $F|s_{jk}|\sum F_j$, $F|s_{jk}|\sum F_j$, $F|s_{jk}|\bar{F}$, $F|s_{jk}|\bar{F}$, $F|s_{jk}|\sum \alpha F_j$ ou $F|s_{ijk}|\sum \alpha F_j$ onde F representa o ambiente de produção em *flow shop*, as restrições do problema denotado pelo s_{jk} que é a presença de tempos de *setup* independentes da sequência e s_{ijk} que é a presença de tempos de *setup* de-

pendentes da sequência. O campo $\sum F_j$, \bar{F} , $\sum \alpha F_j$ define a medida de desempenho considerada, ou seja, tempo de fluxo *flow time*.

Uma observação importante é que outras restrições, além dos tempos de *setup*, foram citadas à medida que nos artigos pesquisados os autores considerassem nos problemas. Existem diversas técnicas clássicas de resolução, tais como método *branch-and-bound*, simplex, relaxação lagrangeana, métodos heurísticos, dentre outros. Pode ser muito bem aplicada em sistemas logísticos de planejamento e controle da produção (SOUZA; MOCCELLIN, 2000; CORREA; GIANESI; CAON, 2006).

Restringiu-se a revisão bibliográfica por métodos de solução heurísticos, pois buscam critérios racionais, com fácil implementação, não exigindo altos níveis computacionais, em que se chega numa solução viável pelo menos próxima da ótima com tempos de computação aceitável. Assim, o presente estudo se propõe a realizar uma análise da literatura, buscando as características comuns e/ou predominantes, as lacunas para futuras pesquisas e as potenciais áreas ainda pouco exploradas, tratando de minimização do *flow time* (médio, total ou ponderado) e fluxo das tarefas nas máquinas em *flow shop*, com presença de *setup* dependente ou independente, que utilizaram heurísticas como método de resolução.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta pesquisa, foi realizada uma busca nas bases de dados de periódicos científicos utilizando-se das seguintes palavras-chave: “*flow shop*”, “*flow time*” e “*setup*”. Delimitando posteriormente aos problemas de *flow shop* com tempos de *setup* dependente ou independente com minimização do *flow time*, além disso, restringiu-se ainda a métodos heurísticos. É importante ressaltar que foram citados todos os artigos encontrados até o momento, naturalmente podendo não contemplar alguns artigos existentes na literatura.

Foram encontrados na pesquisa, artigos de revisão bibliográfica, mas que não contemplava a restrição de tempos de *setup*. Como o artigo de Pan e Ruiz (2013) no qual abrange uma revisão e evolução computacional, assim como realiza uma avaliação estatística de 22 heurísticas existentes. Para a compreensão, obteve-se assim uma detalhada comparação de cinco novas heurísticas, aplicando-se a técnica da ANOVA. A comparação dos resultados identificou os melhores métodos existentes e mostrou que cinco novas heurísticas presentes eram competitivas, ou possuem melhor performance que alguns problemas de *flow shop* permutacional com *flow time* da literatura.

Outra revisão recente do tema, sem considerar os tempos de *setup*, foi desenvolvida por Fernandez-Viagas e Framinan (2015), que propuseram uma nova heurística de complexidade para o problema de *flow shop* permutacional com

minimização do *flow time*, obtiveram melhores resultados do que a heurística LR proposta por Liu e Reeves (2001). Os autores replicaram a heurística LR obtendo uma nova a partir de 17 heurísticas eficientes para o problema, com 15 delas incorporando propostas dos autores. Os autores também discutiram algumas questões relativas à evolução das heurísticas eficientes para o problema e propuseram indicadores alternativos.

O problema mais antigo encontrado foi o de Rajendran e Ziegler (1997), que tratam de *setup* dependente das tarefas e propuseram uma nova heurística para minimizar o *flow time* ponderado. Os autores Aldowaisan e Allahverdi (1998) associaram ao problema a restrição de sem espera entre as operações das tarefas e *setup* dependente para duas máquinas. Posteriormente, Allahverdi (2000) descreveram diferentes classes de tarefas com *setup* independentes, resolvendo com heurísticas e comparando com o método ótimo de *branch-and-bound*.

Aldowaisan (2001), baseado no artigo de Aldowaisan e Allahverdi (1998), aplicou uma nova heurística ao problema tratado. Allahverdi e Aldowaisan (2001) criaram heurísticas com satisfatórias demonstrações de experiências computacionais utilizando o conceito de repetição de inserção no algoritmo.

Posteriormente, Allahverdi, Aldowaisan e Sotskov (2002) utilizaram uma distribuição livre de tempos de *setup* para calcular o limite inferior e superior. Framinan, Leisten e Ruiz-Usano (2005) propuseram uma comparação e classificação das heurísticas existentes e depois criaram duas novas heurísticas para o problema de *flow shop* permutacional. Allahverdi (2006) realizou experimentos computacionais mostrando a relação de dominação desenvolvida no problema e uma forma de como reduzi-la.

Pesquisaram Wang e Cheng (2005) o problema de *flow shop* com duas máquinas propondo heurísticas e compararamos resultados com o método de *branch-and-bound*. Ladhari, Msakni e Allahverdi (2012) estudaram uma nova regra de prioridade para várias heurísticas construtivas e compararam os resultados com o algoritmo genético de busca local. Gharbi et al. (2013) criaram *lower bounds* para minimização do tempo total de fluxo baseado na relaxação lagrangeana. Enquanto Nagano, Miyata e Araujo (2014) desenvolveram várias heurísticas com restrição de sem espera entre as operações das tarefas com tempos de *setup* dependente.

2.1 Análise da literatura

A Figura 1 apresenta a organização dos trabalhos revisados em ordem cronológica e a relação existente entre eles. As setas com linhas cheias indicam quando um trabalho serviu como base para o desenvolvimento de outro e as setas tracejadas quando um artigo comparou o seu método com outro para avaliar o resultado.

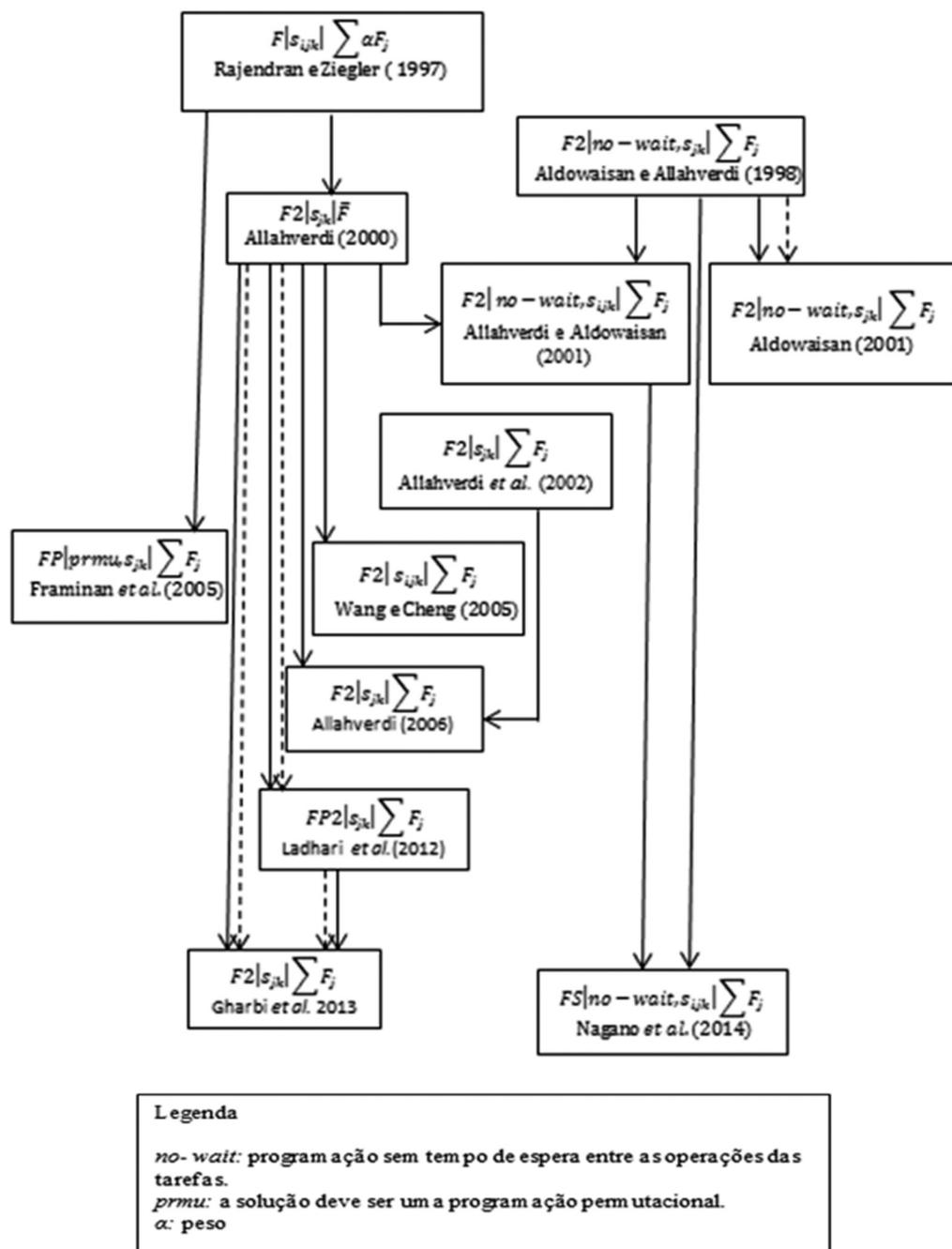


Figura 1. Representação em ordem cronológicas dos artigos de *flow shop*, com tempos de *setup* dependente ou independente e minimização do *flow time*.

Além da representação visual, os trabalhos citados também foram organizados de acordo com a Tabela 1, que inclui o método de solução utilizado no problema. Dentre os 12 artigos analisados, como mostra a Tabela 1, todos utilizaram como método de solução as heurísticas. Alguns somente usaram as heurísticas outros em paralelo com outros métodos, com objetivo de comparar os resultados.

Tabela 1. Descrição dos artigos citados na Figura 1 e seus respectivos métodos de solução

Autores/Ano	Notação	Método de Resolução
Rajendran e Ziegler (1997)	$F s_{ij} \sum \alpha F_j$	Heurística
Aldowaisan e Allahverdi (1998)	$F2 no - wait, s_{ij} \sum F_j$	Heurística
Allahverdi (2000)	$F2 s_j \bar{F}$	Heurística/ <i>Branch-and-bound</i>
Aldowaisan (2001)	$F2 no - wait, s_j \sum F_j$	Heurística
Allahverdi e Aldowaisan (2001)	$F2 no - wait, s_{ijk} \sum F_j$	Heurística
Allahverdi <i>et al.</i> (2002)	$F2 s_{jk} \sum F_j$	Heurística
Allahverdi (2006)	$F2 s_{jk} \sum F_j$	Heurística
Wang e Cheng (2005)	$F2 s_{ij} \sum F_j$	Heurística/ <i>Branch-and-bound</i>
Framinan <i>et al.</i> (2005)	$FP prmu, s_j \sum F_j$	Heurística
Ladhari <i>et al.</i> (2012)	$FP2 s_{jk} \sum F_j$	Heurísticas/ Algoritmo genético de busca local
Gharbi <i>et al.</i> (2013)	$F2 s_{jk} \sum F_j$	Heurística/ Relaxação Lagrangea
Nagano <i>et al.</i> (2014)	$F no - wait, s_{ij} \sum F_j$	Heurística

Analisando os dados encontrados na Figura 1, o estudo mostra uma característica comum, que é a predominância da soma dos tempos de fluxo das tarefas, dentre as variações possíveis para as medidas de desempenho relacionadas ao fluxo de produção e também a maior quantidade de trabalhos abordando

problemas com duas máquinas. Não foram encontrados trabalhos que fizessem comparações heurísticas e outro método ótimo, além do *branch-and-bound*. Os demais métodos de solução foram a utilização do algoritmo genético modificado e a relaxação lagrangeana.

Foram doze problemas tratando de *flow shop*, dentre esses oito eram para o caso de duas máquinas e um caso de *flow shop* permutacional e *flow shop* permutacional com duas máquinas. A restrição de tempos de *setup* foram nove dependentes e o restante para casos de *setup* independentes.

O tempo de espera da tarefa entre as máquinas foi considerado nos artigos de Aldowaisan e Allahverdi (1998), Aldowaisan (2001), Allahverdi e Aldowaisan (2001) e Nagano et al. (2014), aplicando a restrição *no-wait* sem tempo de espera entre as operações das tarefas.

Quanto à medida a ser minimizada do tempo de fluxo, 10 artigos utilizaram a soma do tempo total de fluxo e os demais, como Rajendran e Ziegler (1997) utilizaram o tempo total de fluxo ponderado e Allahverdi (2000) o tempo médio de fluxo. O artigo de Allahverdi (2000) foi o que mais serviu como base para o desenvolvimento de outros artigos e também o que outros autores mais compararam o seu método para avaliar seus resultados. Nota-se ainda que os estudos foram feitos de forma mais independente uns dos outros, não estabelecendo uma hierarquia, tanto em termos de elaboração de métodos como em comparações de resultados.

Uma fragilidade da evolução dos métodos está justamente no fato de não comparar seus resultados com pesquisas anteriores. Isto ocorreu principalmente nos anos iniciais das publicações, provavelmente pela dificuldade em se acessar os trabalhos. Nas décadas mais recentes é possível que o maior acesso tenha viabilizado as comparações dos resultados dos métodos.

Os problemas avaliados não contêm diferentes restrições, mostrando a tendência de não se considerar situações mais realistas. Isto acarreta o tratamento de problemas mais fáceis e menor número de restrições práticas. Um potencial de pesquisa nesse campo seria considerar novas restrições realísticas aos problemas, ou mesmo propor novas heurísticas comparando as já existentes.

3 CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica contribuiu com um exame minucioso da literatura e apresentou o estado da arte dos artigos encontrados até o momento, descreveu a evolução do problema tratado. Foi possível organizar a literatura de forma visual e também realizar uma análise das publicações e a esquematização os artigos em forma de árvore.

Pode se perceber um baixo número de artigos que tratam de *flow shop* com tempos de *setup* tanto dependente como independente, bem como os que utilizam como medida de desempenho para minimizar o problema as heurísticas.

Para novas pesquisas, propõe-se estudo de novos métodos de solução para os problemas mais recentes e comparação dos resultados. Além de pesquisar as restrições mais realísticas que ainda não foram estudadas e adaptar os métodos de artigos anteriores para validar a solução obtida.

REFERÊNCIAS

- ALDOWAISAN, T. A.; ALLAHVERDI, A. Total flow time in no-wait flow shops with separated setup times. **Computers and Operations Research**, v. 25, n. 9, p. 757-765, 1998.
- ALDOWAISAN, T. A. Minimizing mean flow time in a two-machine flow shop with sequence-independent setup times. **Computers and Operations Research**, v. 49, p. 1001-1006, 2001.
- ALLAHVERDI, A. A new heuristic and dominance relations for no-wait flow shops with setups minimizing mean flow time in a two-machine flow shop with sequence independent setup times. **Computers and Operations Research**, v. 27, p. 111-127, 2000.
- _____. Two-machine flowshop scheduling problem to minimize total completion time with bounded setup and processing times. **The International Journal of Production Economics**, v. 103, p. 386-400, 2006.
- ALLAHVERDI, A.; ALDOWAISAN, T. Minimizing total completion time in a no-wait flowshop with sequence-dependent additive changeover times. **Computers and Operations Research**, v. 52, p. 449-462, 2001.
- ALLAHVERDI, A.; ALDOWAISAN, T.; SOTSKOV, Y. N. Two-machine flow shop scheduling problem to minimize make span or total completion time with random and bounded setup times. **The International Journal of Management Science**, v. 39, p. 2475-2486, 2002.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: LTC, 1990.
- ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. São Paulo: Campus, 2007.
- BAKER, K. R. ; TRIETSCH, D. **Principles of sequencing and scheduling**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2009.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. Edição compacta. São Paulo: Atlas, 2005.
- CORREA, H. L. GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.
- FERNANDEZ-VIAGAS, V.; FRAMINAN, J. M. A new set of high-performing heuristics to minimise flow time in permutation flow shops. **Computers & Operations Research**, v. 53, p. 68-80, 2015.

FRAMINAN, J. M.; LEISTEN, R.; RUIZ-USANO, R. Comparison of heuristics for flow time minimisation in permutation flow shops. **Computers and Operations Research**, v. 32, p. 1237-1254, 2005.

GHARBI, A.; LADHARI, T.; MSAKNI, M. K.; SERAIRI, M. The two-machine flow shop scheduling problem with sequence-independent setup times: New lower bounding strategies, **European Journal of Operational Research**, v. 231, p. 69-78, 2013.

HAX, A. C.; CANDEA, D. **Production and inventory management**. Nova Jersey: Prentice Hall, 1984.

LADHARI, T.; MSAKNI, M. K.; ALLAHVERDI, A. Minimizing the total completion time in a two-machine flow shop with sequence-independent setup times, **Journal of the Operational Research Society**, v. 63, p. 445-459, 2012.

LAWLER, E. **Production and inventory management**. Houston: American Productivity and Quality Center, 1989.

LIU, J. Y.; REEVE, C. R. Constructive and composite heuristic solutions to the $P//\sum C_i$ scheduling problem, **European Journal of Operational Research**, v. 132, p. 439-452, 2001.

NAGANO, M. S.; MIYATA, H. H., ARAUJO, D. C. A constructive heuristic for total flow time minimization in a no-wait flow shop with sequence dependent setup times, **Journal of Manufacturing Systems**, v. 36, p. 224-230, 2014.

PAN, Q.-K.; RUIZ, R. A comprehensive review and evaluation of permutation flow shop heuristics to minimize flow time, **Computers & Industrial Engineering**, v. 40, p. 117-128, 2013.

PINEDO, M. **Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems**. Nova York: Springer, 2012.

RAJENDRAN, C.; ZIEGLER, H. Heuristic for scheduling to minimize the sum of weighted flow time of jobs in a flow shop with sequence-dependent setup times of jobs. **Production Planning and Control**, v. 33, p. 281-284, 1997.

SOUZA, A. B. D.; MOCCELLIN, J. V. Meta-heurística híbrida algoritmo genético-busca tabu para programação de operações flow shop. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2000. **Anais do XXXII SBPO**, 2000, v. 32, p. 314-325.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

TAHA, H. A. **Pesquisa operacional**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

VERGARA, S. C. **Projeto e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1998.

WANG, X.; CHENG, T. C. E. Two-machine flow shop scheduling with job class setups to minimize total flow time. **Computers and Operations Research**, v. 32, p. 2751-2770, 2005.

ZACCARELLI, S. B. **Programação e controle da produção**. São Paulo: Pioneira, 1987.