



DESIGN BIÔNICO E MANUFATURA ADITIVA: O QUE PODEMOS APRENDER COM O MODELO DE NEGÓCIO DO PROJETO DA AERONAVE BIÔNICA?

Renata Garcia Luckmann (renata.luckmann@ufabc.edu.br) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão da Inovação, Universidade Federal do ABC

Sven Maihöfer (sven.maihoefer@googlemail.com) – Ruhr-Universität Bochum, Alemanha

Ricardo Gaspar (ricardo.gaspar@ufabc.edu.br) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão da Inovação, Universidade Federal do ABC

Petter Krus (petter.krus@liu.se) – Linköping University, Suécia

Luciana Pereira (luciana.pereira@ufabc.edu.br) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão da Inovação, Universidade Federal do ABC

RESUMO

Avanços constantes da tecnologia em direção ao fortalecimento da manufatura digital obrigam empresas a buscarem novos meios para se manterem eficientes e competitivas. Nesse contexto, não apenas há o surgimento de novas tecnologias, mas também novas formas de combiná-las e criar novas propostas de geração de valor em suas cadeias produtivas e, conseqüentemente, impactar os modelos de negócio utilizados pelas empresas que usufruem dessas combinações. Assim, este artigo visa analisar como a aplicação da Manufatura Aditiva e do design biônico leve pode ser uma oportunidade de negócio, dada sua capacidade de impactar a forma como acontece a geração de valor em uma cadeia produtiva. Para tanto, foi estudado o Projeto da Aeronave Biônica, utilizando como ferramenta metodológica o Modelo de Negócios Canvas, buscando avaliar a proposição de valor trazido pela combinação dessas duas tecnologias. Os resultados mostraram que o esforço colaborativo entre diferentes empresas, quando bem estruturado, resulta na geração de maior valor agregado. Por fim, identificou-se o desafio de buscar novos materiais que sejam, ao mesmo tempo, funcionalmente adequados e ambientalmente não agressivos durante seus processos produtivo e de decomposição. Contudo, a análise de sustentabilidade do Projeto e seu impacto social ainda precisam ser estudados em trabalhos futuros.

Palavras-chave: Design biônico; Manufatura aditiva; novos modelos de negócios; indústria aeronáutica; Projeto Aeronave Biônica.

Área: Ferramentas e métodos de desenvolvimento de produtos e serviços.

1. INTRODUÇÃO

Os avanços constantes, e cada vez mais rápidos, da tecnologia em direção ao fortalecimento da manufatura digital estão obrigando as empresas a buscarem novos meios para se manterem eficientes e competitivas. Nesse contexto de busca constante pela evolução dos processos produtivos, novas tecnologias surgem para trazer a eficiência desejada. Contudo, mais do que investir no desenvolvimento de novas tecnologias, é essencial que se busquem novas maneiras de combinar essas tecnologias, o que pode resultar em novas propostas de geração

de valor nessas cadeias produtivas e, conseqüentemente, impactar os modelos de negócio utilizados pelas empresas que usufruem dessas combinações.

Um processo relativamente novo é o observado na manufatura aditiva (MA), também conhecida como impressão 3D, onde a formação de objetos e produtos acontece através da adição de pequenas camadas da matéria prima em um formato previamente modelado através de softwares como o *Computer Aided Design* (CAD). Ou seja, evita-se a necessidade de um extenso planejamento produtivo indispensável em outras formas de manufatura (GIBSON *ET AL.*, 2015).

A flexibilidade característica dessa tecnologia permite que as empresas que a utilizam acelerem seus processos de desenvolvimento, eliminem etapas de desenvolvimento de ferramentas, reduzam custos de armazenamento e transporte, diminuam a geração de resíduos, enquanto criam produtos com formatos mais complexos que na manufatura tradicional não eram possíveis de alcançar (COHEN *ET AL.*, 2014).

A característica da MA de permitir a produção de peças com os mais complexos formatos, pode gerar ainda melhores ganhos quando combinada com o conceito de design biônico, o qual consiste em estudos de funções, relações, estruturas e processos de sistemas biológicos que servirão de inspiração para criação de soluções para problemas técnicos.

Diante desse quadro, o objetivo deste artigo é responder como inovações tecnológicas no design e na manufatura podem ser uma oportunidade para novos modelos de negócios. Para isso, foi feita uma análise sobre uma aplicação do design biônico e da manufatura aditiva no setor aeronáutico, de modo a entender quais os principais ganhos e gargalos desse processo.

O artigo se debruça sobre o Projeto da Aeronave Biônica (*Bionic Aircraft Project*) – feito em parceria entre a Airbus e outras nove empresas –, utilizando como ferramenta metodológica o Modelo de Negócios Canvas, a fim de avaliar a proposição de valor trazidos por essas tecnologias.

O trabalho traz como resultado a abordagem das novas oportunidades e desafios proporcionados pela aplicação do design biônico e da manufatura aditiva. Em outras palavras, uma questão importante que se observa é justamente o da evolução em conjunto entre a tecnologia e o modelo de negócios.

Contudo, do ponto de vista das questões ambientais, esse processo apresenta um novo desafio. As economias de escala e escopo presentes oriundas da eficiência da MA, ao acelerar o processo de lançamento de novos produtos, se mostram como incentivadoras de um maior consumo, aumentando a quantidade de descarte no meio ambiente. Portanto, um modelo de negócios que considere tal hiato precisa avaliar a possibilidade de uso de novos materiais que sejam ao mesmo tempo funcionalmente adequados e ambientalmente não agressivos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Design biônico

O termo biônico foi adotado por Major J.E. Steele, engenheiro da Força Aérea Americana, na década de 1960 para descrever uma abordagem técnica orientada para a aplicação de aprendizados da natureza sobre design. Nesse período, o conceito biônico era usado predominantemente para identificar casos de desenvolvimento de partes artificiais do corpo humano, como orelhas, braços, pernas e olhos (WAHL, 2006).

Segundo Emani *et. al.* (2008), biônica é uma disciplina dentro da Biologia e da Tecnologia que abrange estudos de funções, relações, estruturas e processos de sistemas biológicos e da

transformação destes em soluções para problemas técnicos. É defendido ainda a importância de aprender e se inspirar na natureza, ao invés de simplesmente copiar seus princípios em soluções.

Biônica refere-se a tudo que a natureza pode nos ensinar sobre design. Existem duas abordagens para o design biônico: a de cima para baixo (*Top-down*), que consiste na identificação de um problema e então na busca de inspiração na natureza para solucioná-lo; e a de baixo para cima (*Bottom-up*), que começa com a identificação de um fenômeno biológico que serve de inspiração e é traduzido e uma solução para um potencial problema (EMANI, ET. AL., 2008).

2.2 Manufatura aditiva

De maneira simplificada, é possível associar a impressão 3D com uma impressora de papel comum onde ambas recebem a informação de um arquivo digital. A diferença está que enquanto na impressora convencional a tinta vai sendo depositada no papel, na impressão 3D o produto ganha forma através da deposição de pequenas camadas de matéria prima que vão sendo posicionadas conforme modelo previamente desenhado.

Segundo Gibson *et. al.* (2015), a manufatura aditiva tem como princípio básico que um modelo, inicialmente gerado através de softwares de modelagem em 3D como o CAD, pode ser fabricado diretamente sem que seja necessário um planejamento produtivo, enquanto outros processos de manufatura demandam uma análise cuidadosa da geometria de cada parte de maneira a determinar qual será a ordem que essas partes serão produzidas, e quais as ferramentas e processos necessários.

Esse tipo de manufatura foi criado inicialmente para o desenvolvimento de protótipos, mas suas características fizeram com que o processo ficasse cada vez mais popular, de modo que também já é utilizado para produzir produtos finais para consumo. Para que esse amadurecimento acontecesse, foi necessário fazer melhorias na velocidade da impressão propriamente dita e nas máquinas para que elas fossem capazes de utilizar diferentes tipos de materiais, como polímeros, metais, cerâmicas, entre outros (FORD, 2014).

Além disso, conforme apontado no relatório realizado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos para o *Quadrennial Technology Review 2015*, a MA tem o potencial de acelerar o processo de inovação, comprimir cadeias de suprimentos e minimizar o uso de energia e matéria prima. Nesse relatório, são expostos os principais benefícios trazidos pela MA, dentre eles a redução do consumo de energia (devido eliminação de etapas da produção são e menor quantidade de matéria prima utilizada) e a redução de desperdício de material (pois é desnecessário fazer cortes ou intervenções que eliminem partes da matéria prima). Em alguns casos essa redução de matéria prima e material pode gerar uma economia de até 90%.

A impressão 3D permite que os produtos sejam fabricados mais rapidamente, evitando gastos com ferramentas e outros aspectos da manufatura tradicional, além de permitir que as mais diversas formas sejam criadas. Formas que podem ser impossíveis de se obter através da manufatura tradicional, são alcançadas pela MA. Dessa maneira, estimula-se a criação e o desenvolvimento de produtos com melhor desempenho e que tragam menor impacto ambiental.

Outro benefício apontado no relatório é a consolidação de partes, ou seja, ao invés de se desenvolverem diversas partes simples para que elas sejam montadas e formem um conjunto final, é possível criar o conjunto final como uma só parte, assim, evitam-se gastos com mão de obra, manufatura e montagem. Por fim, é citada a agilidade de resposta às novas necessidades do mercado que a manufatura aditiva traz para a operação já que possibilita a

produção inclusive fora de fábricas através de unidades móveis que podem ser alocadas onde for necessário. Além disso, os produtos podem ser produzidos conforme demanda, eliminando a necessidade de estoques e de uma rede de suprimentos complexa.

Conforme apontado em um relatório da OECD (2016), a impressão 3D é capaz de impactar na produtividade de uma empresa de diversas formas. Ela permite a produção de conjuntos que na manufatura tradicional precisam de diversas etapas para serem concluídos, implicando na remoção de etapas produtivas.

Ford (2014), aponta que na manufatura tradicional, a prototipagem, o desenvolvimento de ferramentas e configuração de processos pode ser muito custoso e demorado, tornando a confecção de pequenos volumes não rentável. Por outro lado, a manufatura aditiva é capaz de gerar essas baixas quantidades de produtos com custos competitivos, já que nessa tecnologia não há adição de custos após a etapa de design. O autor afirma ainda que as empresas estão adotando a impressão 3D para aumentar a eficiência da cadeia produtiva, reduzir o tempo de lançamento de novos produtos, migrar de produção em massa para customização em massa e atingirem melhores índices de sustentabilidade ambiental.

2.3 O potencial por trás da combinação da manufatura aditiva com o design biônico

Considerando todos os benefícios trazidos por cada uma das tecnologias mencionadas anteriormente, sabe-se que o design biônico estimula o surgimento de novos modelos, formatos e processos tendo como referência a natureza e seus fenômenos biológicos.

Por sua vez, a MA permite a produção de geometrias bastante complexas, por vezes inatingíveis através da manufatura tradicional. Ao combinarmos essas características, percebe-se um grande potencial de estímulo a inovação, uma vez que a manufatura aditiva viabiliza a produção dos mais diversos formatos de produtos, pensados através do conceito de design biônico. Essa liberdade de criar novas formas e geometria estimula ainda mais a inovação e a busca por modelos cada vez mais eficientes.

3. METODOLOGIA

Dado o objetivo do trabalho – analisar como a aplicação da MA e do design biônico pode ser uma oportunidade de negócio, dada sua capacidade de impactar a forma como acontece a geração de valor em uma cadeia produtiva – foi realizada uma pesquisa teórica visando analisar especificamente a aplicação dessa tecnologia no setor aeronáutico, tendo como foco de estudo o Projeto da Aeronave Biônico. Trata-se de um projeto feito em parceria entre a Airbus e outras nove empresas que busca melhorar a eficiência dos recursos da aviação para todo o ciclo de vida de uma aeronave, a partir do uso da Manufatura Aditiva e do conceito de Design Biônico Leve.

3.1 Coleta de dados

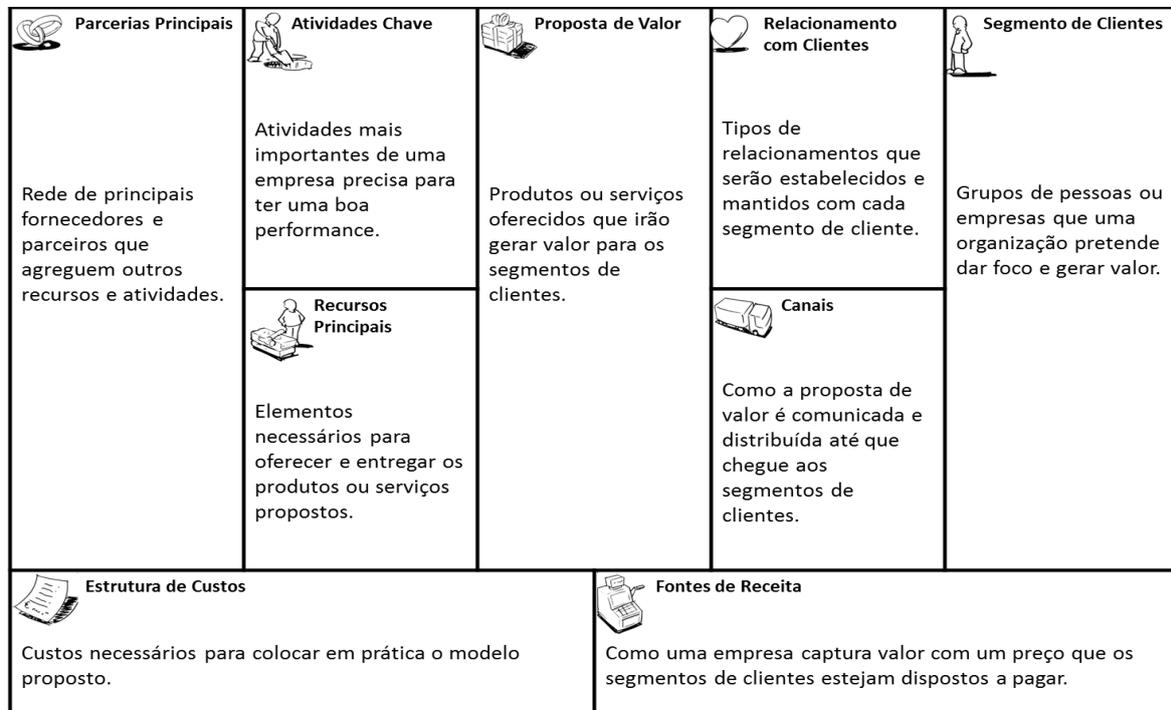
Para este trabalho, foram coletados dados a partir da análise teórica do Projeto da Aeronave Biônica que será usado como estudo de caso. Como trata-se de um projeto bastante recente e que ainda está em desenvolvimento, os dados usados para análise serão as próprias informações e estudos divulgados pelo Projeto, suas especificações e demais dados secundários.

3.2 Análise de dados

A fim de entender como o uso da manufatura aditiva pode gerar novas oportunidades de negócio, os dados do Projeto serão analisados sob a ótica do Modelo de Negócio Canvas.

De acordo com Osterwalder *et. al.* (2014), o Canvas consiste em uma ferramenta de planejamento estratégico utilizada para auxiliar na descrição de como uma empresa cria, entrega e captura valor. Conforme mostrado na Figura 1, o Canvas é um mapa visual pré-formatado composto por nove blocos que contemplam elementos estratégicos para qualquer negócio.

Figura 1. Modelo de Negócio Canvas. Fonte: Adaptado de Osterwalder *et.al.* (2014).



3.3 Validação de dados

A triangulação facilita a validação de dados através de verificação cruzada de mais de duas fontes. Ela testa a consistência dos obtidos através de diferentes instrumentos e aumenta a chance de controlar, ou pelo menos avaliar, algumas das causas que influenciam nossos resultados (DENZIN, 2012).

Neste artigo usou-se triangulação de perspectiva, ou seja, múltiplas perspectivas teóricas para examinar e interpretar os dados. O objetivo da triangulação não é apenas validar, mas também aprofundar e ampliar a compreensão sobre um determinado fenômeno. Assim, é possível gerar inovação do quadro conceitual, resultando em meta-interpretações em multi-perspectiva.

4. APLICANDO O MODELO DE NEGÓCIOS CANVAS NO PROJETO DA AERONAVE BIÔNICA

4.1 Projeto da Aeronave Biônica

O objetivo principal de um projeto Europeu denominado Projeto da Aeronave Biônica é desenvolver novas tecnologias, metodologias e conceitos para a manufatura aditiva, que resultarão em novos conceitos de design e uso de materiais para aumentar o potencial de redução de peso de aeronaves, assim como novos conceitos de controle de qualidade, reparo, reciclagem e logística.

Um dos principais impactos desses avanços tecnológicos é que eles proporcionam às empresas do setor aeronáutico a possibilidade de produzir peças com designs complexos de forma flexível, customizada e simplificada.

O resultado dessas inovações é a redução da quantidade de peças e do tempo de lançamento de novos produtos, Além da redução do peso e do consumo de energia. Do ponto de vista do cliente, o desenvolvimento e a produção de peças ou produtos usando a manufatura aditiva permite também realizar a produção sob demanda, assim como produzir a peça já em seu local de uso (COTTELEER *ET AL.*, 2014)

Tendo em vista os avanços tecnológicos oriundos dos processos de design dos novos materiais e da manufatura aditiva, surgiu a ideia de criar uma aeronave que pudesse ser ao mesmo tempo arrojada em suas formas, em seu desempenho e na sua produção e uso sustentável em todo ciclo de vida da aeronave.

4.2 Inovação colaborativa

O Projeto da Aeronave Biônica conta com a participação de dez empresas de tamanhos diversos e com seis diferentes nacionalidades, que combinadas representam todas as etapas do ciclo de vida dos componentes de uma aeronave (design, produção, manutenção, vistoria, reparos e modernizações). No quadro mostrado na Figura 2 estão especificadas as empresas envolvidas e as funções pelas quais elas são responsáveis.

Figura 2. Quadro das empresas participantes do Projeto Aeronave Biônica. Fonte: Adaptado de BionicAircraft - H2020 Project (2017).

Empresa	País	Principais contribuições
<i>LZN Laser Zentrum Nord GmbH</i>	Alemanha	Coordenador de projeto; Otimização de processos MA; Desenvolvimento de processos MA de material de alumínio e lítio de alta resistência; Desenvolvimento e validação da integridade de sistemas para peças MA.
<i>Airbus Operations GmbH</i>	Alemanha	Definição de requisitos; Desenvolvimento e validação de processos e ferramentas de design; Desenvolvimento de modelos de negócios para cadeia de fornecimento pós-venda.
<i>Tekna Plasma Europe SAS</i>	França	Desenvolvimento de material em pó de alumínio e lítio; Caracterização de material; Desenvolvimento de método de reciclagem de peças MA.
<i>Cenit AG</i>	Alemanha	Desenvolvimento de Ferramentas para Design Biônico Automatizado; Conjunto de ferramentas para geração automatizada de estruturas de suporte; Suporte para Programação de Robôs.
<i>Fundación Tecnalia Research & Innovation</i>	Espanha	Desenvolvimento de tratamento térmico para peças MA de alumínio e lítio; Desenvolvimento de métodos END e predição do tempo de vida; Desenvolvimento de métodos de reparação; Caracterização mecânica / microestrutural.
<i>Technical University of Hamburg - Institute of Laser- and System-Technologies</i>	Alemanha	Implementação de princípios biônicos no processo de design; Implementação das restrições de design; Otimização do processo MA por simulação; Definição de capacidades futuras da MA.
<i>Hexagon Metrology S.p.A</i>	Itália	Definição de requisitos para o sistema de integridade; Assistência no desenvolvimento do sistema de metrologia; Teste e validação da integridade do sistema.
<i>Hexagon Technology Center GmbH</i>	Suíça	Desenvolvimento de conceitos para integridade de sistema; Desenvolvimento integridade de sistema em linha e em processo.
<i>Asociacion Española de Normalización</i>	Espanha	Padronização de desenvolvimentos.
<i>Enlyte Ltd</i>	Reino Unido	Desenvolvimento de conceitos de treinamento.

O projeto começou em setembro de 2016, e terá duração de 36 meses. A descrição publicada na página da internet do Projeto afirma que seu objetivo principal é desenvolver tecnologias,

ferramentas e conceitos para melhorar a eficiência dos recursos da aviação para todo o ciclo de vida de uma aeronave, tendo como base o design biônico e manufatura aditiva.

A Airbus prevê, a curto prazo, uma redução de peso de mais de uma tonelada por aeronave através da aplicação do design biônico e da manufatura aditiva. Para atingir essa e outras metas do projeto, será necessário desenvolver novos materiais a base de alumínio para compor as peças da aeronave, e também novos processos e metodologias de design, cadeia de suprimentos e logística.

Essas inovações geram um grande potencial de redução de peso para os componentes da aeronave, além de reduzir desperdício durante a produção. Essas reduções de peso e desperdício impactam nas emissões de gases como dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio.

Uma das inovações do projeto é a disseminação do conceito de Design Biônico Leve (*Bionic Lightweight Design*), que almeja redução de peso das peças. Trata-se de um tipo de design que utiliza como referência estruturas e funções de organismos para modificar dispositivos mecânicos ou eletrônicos.

Na Figura 3, é apresentado o resultado do estudo feito entre a Universidade Técnica de Hamburgo e a Airbus para demonstrar o potencial de redução de massa dos componentes de uma aeronave quando aplicam-se os conceitos de design biônico leve e MA.

Figura 3. Potencial de redução de massa através da manufatura aditiva e do design biônico leve. Fonte: *BionicAircraft - H2020 Project (2017)*.



	Peça convencional (estado da arte)	ALM Titanium Ti-6Al-4V (TRL 4)	High strength ALM aluminium (TRL 1)
Material	Aluminium 7075	ALM Titanium (Ti64)	ALM Aluminium-lithium "BionicAircraft" development
Massa	330 g	191 g	164 g
Redução de massa	-	42%	50%

Em resumo, o uso da manufatura aditiva permite a produção de formas não atingíveis através de outros processos de manufatura. Além disso, a flexibilidade característica dessa tecnologia permite que as empresas acelerem seus processos de desenvolvimento, eliminem etapas de desenvolvimento de ferramentas, reduzam custos de armazenamento e transporte, diminuam a geração de resíduos, enquanto criam produtos com formatos mais complexos que na manufatura tradicional não eram possíveis de se alcançar (COHEN *ET. AL.*, 2014).

4.2.1 Segmentos de clientes

Considerando o grupo de empresas integrantes do Projeto, tem-se um segmento de clientes voltado para empresas de alta tecnologia, que buscam novas oportunidades de negócios através de parcerias e alianças. Empresas que compartilham da relação com o setor aeronáutico, e que compartilham da necessidade de desenvolver peças e conjuntos cada vez mais leves, consumindo menos combustível durante voo e diminuindo os impactos ambientais.

4.2.2 Proposta de valor

A MA por si só, permite que empresas usufruam da prototipagem rápida, processo que impacta na redução do tempo necessário para lançar novos produtos no mercado. Contudo, o design biônico enriquece ainda mais a proposta de valor, permitindo que as empresas busquem ainda novas geometrias inalcançáveis através da manufatura tradicional. Assim, a proposta de valor trata do desenvolvimento de tecnologias, ferramentas e conceitos para melhorar a eficiência dos recursos da aviação para todo o ciclo de vida de uma aeronave.

O design integrado à MA possibilita que empresas pratiquem a customização em massa, gerando ainda mais valor agregado para os seus clientes diretos. Além disso, essa união desfaz a visão de que manufatura é um processo que gera pouco valor agregado, pois agora tem-se a própria manufatura como parte integrante do processo de desenvolvimento de novos produtos e uma peça fundamental para a customização em massa.

4.2.3 Canais

O principal canal que garante que a proposta de valor seja percebida e alcance todas as empresas que compõe o segmento de clientes, é o próprio Projeto. É através dele que os estudos e parcerias acontecem, gerando novas oportunidades de ganho de eficiência para a indústria aeronáutica.

4.2.4 Relacionamento com clientes

Para este Projeto, o relacionamento com clientes está totalmente dedicado a garantir o alinhamento estratégico das diferentes empresas envolvidas, para que nenhuma falha de comunicação prejudique o desenvolvimento de nenhuma das etapas do Projeto.

4.2.5 Fontes de receita

A parceria proposta pelo Projeto não gera uma fonte de receita direta. Contudo, ela permite que cada uma das empresas evolua seus processos e produtos, aumentando o valor agregado destes. Um grande potencial gerador de receita é a própria customização em massa, por gerar alto valor agregado para os clientes.

4.2.6 Recursos principais

Para que o Projeto continue acontecendo são necessários diversos recursos, como por exemplo: as próprias impressoras 3D da qualidade e tecnologia desejada; matéria prima; laboratórios para estudo do desenvolvimento de novos materiais; softwares para o desenho dos produtos; e mão de obra altamente qualificada. Porém, dos recursos identificados, a mão de obra qualificada sem dúvida é o recurso chave para que tudo aconteça. Sem os profissionais e especialistas atuando diretamente com as dadas tecnologias, seria difícil conseguir algum ganho real com o Projeto.

4.2.7 Atividades chave

As principais atividades do projeto são os estudos e testes feitos dos novos produtos. Entretanto, as atividades do design biônico e do desenvolvimento de novos materiais são as peças chave para garantir que todo o restante dos ganhos e benefícios aconteça e seja percebido por todos os participantes da cadeia. Além disso, por se tratar de um Projeto realizado em parceria, a própria integração entre elas é uma atividade chave. Sem esse alinhamento, não seria possível usufruir de todos os benefícios que aplicação da MA e do design biônico podem oferecer.

4.2.8 Parcerias principais

Como trata-se de um consórcio composto por empresas com especialidades e papéis diferentes, as parcerias estabelecidas entre todas elas são o centro do Projeto. Essas parcerias são capazes de eliminar etapas da produção que geram gastos para as empresas – como desenvolvimento de ferramentas –, e de viabilizar a aplicação da customização em massa, que gera alto valor agregado aos clientes finais.

4.2.9 Estrutura de custos

De modo a colocar o Projeto em prática, é fundamental ter consciência que serão necessários altos investimentos, principalmente para obter os recursos mencionados acima. Com o passar dos anos, novas técnicas de impressão 3D estão sendo desenvolvidas, tornando essa tecnologia mais acessível. Contudo, quando precisa-se produzir produtos de alta qualidade de acabamento, ainda são necessários altos investimentos.

Apesar de serem necessários grandes investimentos, o uso da MA permite a eliminação de etapas produtivas como o desenvolvimento de ferramentas e processos, estoque de materiais e produtos acabados, eliminando ou reduzindo certos custos do processo produtivo.

5. CONCLUSÕES

Este artigo focou-se em mostrar como acontece a geração de valor de um Projeto específico. Contudo, percebe-se uma grande oportunidade de aplicação desse mesmo modelo em outros segmentos da indústria que também visam atingir maiores níveis de eficiência energética através do design voltado para a redução de peso de seus componentes e produtos. Esses ganhos também poderiam ser aproveitados na indústria automotiva, por exemplo.

A análise do Projeto sob as dimensões do Canvas mostra que o esforço colaborativo entre as empresas resulta em maior valor agregado. Primeiro porque potencializa o sucesso de alcançar inovação tecnológica. Segundo porque diminuem os riscos. O grande diferencial do Projeto é justamente a parceria com aqueles que são capazes de afetar seu próprio modelo. Essa parceria é a razão pelo qual esse modelo de negócio mostra-se vantajoso.

Percebe-se, portanto, que no caso do Projeto, o Canvas pode ser usado como ferramenta de estratégia de co-criação e de difusão no caso do Projeto. Isso porque a proposição de valor estará centrada no desenvolvimento de todas as fases de um produto e é preciso garantir o alinhamento estratégico das diferentes empresas envolvidas.

O projeto introduz também o debate sobre os papéis do design e da manufatura, até então separados, pois ele rompe com a ideia de que as empresas mais eficientes mantêm o design *in house* e terceirizam a manufatura. Os avanços tecnológicos fizeram com que a concepção do design biônico e da MA aconteçam simultaneamente.

Entretanto, do ponto de vista das questões ambientais, esse novo modelo de negócio ao acelerar o processo de lançamento de novos produtos, se mostram como incentivador de um maior consumo, aumentando a quantidade de descarte no meio ambiente. Assim, identifica-se um novo desafio de buscar não apenas materiais mais leves, mas que sejam ao mesmo tempo funcionalmente adequados e ambientalmente não agressivos durante seus processos produtivo e de decomposição. A análise de sustentabilidade do Projeto e seu impacto social são dois itens que precisam ser estudados em trabalhos futuros.

6. REFERÊNCIAS

- BionicAircraft - H2020 Project. European Commission, 2017. Disponível em: <http://www.bionic-aircraft.eu/>
- COHEN, D.; SARGEANT, M.; SOMERS, K. 3-D printing takes shape. McKinsey, 2014.
- COTTELEER, M.; HOLDOWSKY, J.; MAHTO, M.; COYKENDALL, J. 3D opportunity for aerospace and defense: Additive manufacturing takes flight. Deloitte University Press, 2014.
- DENZIN, N. K. Triangulation 2.0. Journal of Mixed Methods Research, v6, n.2, p.80-88, 2012.
- EMAMI, J.; TASHAKORI, M.; TASHAKORINIA, Z. Bionic design in Industrial Design Education at university of Tehran. International Conference on Engineering and Product Design Education. 04 & 05 september 2008. Espanha.
- FORD, S. L. N. Additive Manufacturing Technology: Potential Implications for U.S. Manufacturing Competitiveness. Journal of International Commerce and Economics, 2014.
- GIBSON, I.; ROSEN, D. W.; STUCKER, B. Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing. 2nd ed. New York: Springer, 2010.
- OECD. Enabling the next production revolution: The future of Manufacturing and Services - Interim Report. Paris, 2016.
- OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.; BERNARDA, G.; SMITH, A. Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want. Wiley, 2014.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Additive Manufacturing. Quadrennial Technology Review – QTR, 2015.
- WAHL, D. C. Design and Nature III: Comparing Design in Nature with Science and Engineering. v87, p.289-298. Wessex Institute of Technology, United Kingdom, 2006.