

Avaliação de papéis sublimáticos usados na produção de produtos personalizados

David Guilhon;

Laise Souza da Silva;

Fernanda Katlynnny Maia Silva

resumo:

O mercado dos artigos personalizados, bem como outros que usam a sublimação como técnica de estampagem, cresce a cada dia, o que faz ser importante o estudo desse processo, visando a qualidade das cores nas estampas. Neste artigo avaliaram-se quatro papéis muito usados no processo de sublimação: Mundi, Mecolour, Havir e Sublipaper. Coletaram-se as cores CMYK de fotos capturadas em dois momentos: papel termo-prensado e tecido sublimado. Usou-se função matricial como percentual de cor das imagens obtidas em RGB para gerar informações sobre densidade da cor nas duas fases, índice de transferência de tinta e fidelidade de cor. Observou-se que o terceiro papel é o menos indicado para o processo por reter mais tinta em sua superfície que é mais porosa que os demais, acarretando em uma sensível diferença no tecido sublimado. Por fim, ordenadamente aptos estão o primeiro, o segundo e o quarto, assim avaliados.

palavras-chave:

sublimação; análise colorimétrica; design gráfico; produção gráfica

1 Introdução

Com o passar dos tempos a sublimação vem crescendo vertiginosamente, em decorrência da facilidade de acesso desta técnica, se valendo de equipamentos não-industriais para a execução dela em vários substratos. A sua popularidade teve início entre os anos de 1960 e 1970, com o surgimento dos primeiros computadores, tendo suas impressoras fitas especiais impregnadas com partículas de sublimação para criar transferências monocromáticas (SWAIN, 2011). A tentativa de atingir-se em diferentes materiais uma estampa que se assemelhasse ao de uma fotografia ou dentro da possibilidade de se utilizar diversas cores é que, para Pacheco e Medeiros (2013), foi desenvolvido o processo sublimático. Cabe frisar que foi com o sistema digital que as inúmeras possibilidades de cores se tornaram possíveis na sublimação. Atualmente, é possível fazer em escala caseira a sublimação em objetos, graças à adaptação de impressoras digitais inkjets, onde seus *bulk inks* são abastecidos por tintas sublimáticas e o projeto gráfico criado em softwares de edição gráfica (RUTHSCHILLING; LASCHUK, 2013).

Tal democratização também foi possível não apenas pela simplicidade e flexibilidade de etapas, como também pelo baixo custo de produção, facilidade de reprodução de cores e baixo índice de manutenção, se comparado a outros processos gráficos (SETANI; SASAKI; TAKEDA, 1990; KIATKAMJORNWONG; PUTTHIMAI; NOGUCHI, 2005; EL-SAYAD; EL-SHERBINY, 2008; SWAIN, 2011; GLOMBIKOVA; KOMARKOVA, 2014; MENDES; LAMARCA; SÁ, 2015). Também é um dos processos mais ecológicos de estamperia, pois, segundo Ruthschilling e Laschuk (2013) é sua transferência é 100% limpa a seco e usa corantes à base de água, o que minimiza a geração de resíduos. Tais fatores configuram a sublimação por tinta como uma tecnologia que permite a criação de artigos personalizados e exclusivos, se valendo de cores vivas e ilimitadas quando incorporadas ao substrato do objeto desejado, como afirma Swain (2011). O referido auto frisa, ainda, que entre outras vantagens, não há rachaduras, nem desbotamentos após várias lavagens. Outro benefício desta técnica é a capacidade de imprimir em diferentes tipos de substratos (Kašiković et al., 2015)

Em meio ao crescimento exponencial desta tecnologia, observa-se entre os insumos usados o papel. Guo et al. (2011) falam que o papel de impressão por transferência de calor é meio pela qual a sublimação age no substrato desejado. Assim, a necessidade de papel de boa qualidade para o processo de transferência térmica de tinta sublimática é o principal requisito para este processo, como relatam El-Sayad e El-Sherbiny (2008). Para que a sublimação ocorra, a imagem impressa em papel por meio de corantes que são dispersos em aglutinantes poliméricos, substâncias que permitem a transferência desta estampa para o substrato desejado por calor e pressão (EL-SAYAD; EL-SHERBINY, 2008). A superfície a receber a estampagem deve ser devidamente preparada com uma fina película polimérica (poliéster) para que o objeto escolhido possa efetivamente receber a estampa desejada (SWAIN, 2011).

Por ser uma indústria ainda em desenvolvimento e relativamente nova, não há padrões de referências estabelecidos para que se possa efetivamente avaliar os produtos impressos, conforme GUO et al. (2011). A facilidade de acesso da sublimação também traz essa desvantagem, coisa que permite a sua prática por qualquer pessoa. O uso indiscriminado do processo se reflete sobretudo na escolha do papel, sem o devido conhecimento das características adequadas para o propósito desejado, aliada a uma sensação de economia. Por conta disso, surgem algumas pesquisas para tentar estabelecer algumas referências. El-Sayad e El-Sherbiny (2008), por exemplo, avaliaram comparativamente as propriedades tecnológicas de papel revestido com papel não revestido. Já Guo et al. (2011) compararam a qualidade de impressão em papeis de seu país com outros importados. Por fim, El-Halwagy, El-Sayad e El-Molla (2001) testaram o uso de uma interface de polietileno entre o papel transfer e tecidos de algodão ou lã.

Diante do uso de papeis diferentes, este estudo visa avaliar a qualidade de transferência de tinta dos papéis sublimáticos mais vendidos para a produção de produtos personalizados, por meio da análise colorimétrica destes papéis após a impressão e prensagem térmica e do tecido após a prensagem térmica.

2 A sublimação e seus insumos

Inicialmente, é preciso entender que a sublimação enquanto processo gráfico é definida como a passagem do estado sólido dos pigmentos contidos nos corantes dispersos em uma lâmina de papel direto para o estado gasoso, induzidos por uma fonte de calor. E, depois disso, a ressolidificação deste material já consolidado com o substrato final.

Atualmente a sublimação, enquanto forma de impressão, apresenta como taxonomias para o entendimento enquanto impressão e processo: a) digital, pois a matriz é virtual, fruto de decodificação por sistemas informatizados, visando pequenas tiragens e até peças únicas (personalização) (VILLAS-BOAS, 2008); b) impressão indireta, por existir um instrumento intermediador e auxiliador na transferência da estampa gráfica de sua matriz para o suporte (BUGGY; RODRIGUES, 2010).

Dentro dessa acepção, é possível dizer que o processo aqui estudado se vale de uma impressão digital onde a ponte física entre a impressão propriamente dita e o resultado é o papel impresso. No contexto da impressão digital, o substrato estampado é a última etapa alcançada. Entretanto, para a sublimação, torna-se a matriz física, servindo de condutor dos corantes ao substrato final, conforme a classificação sobre interação de matrizes e suporte de Fernandes (2003), Ribeiro (2003) e Baer (2005).

A princípio, a tecnologia de impressão por sublimação foi desenvolvida para a indústria têxtil, como defendem El-Sayad e El-Sherbiny (2008). Diante disso, a sublimação é um técnica que se vale de alta temperatura (entre 180°C e 220°C) e pressão (por meio de prensa térmica) para a transferência por vaporização de corantes adequados com pigmentos sublimáticos, uma vez impressos em papel siliconado especial, para a superfície desejada, durante determinado tempo (30 a 180 segundos) (SWAIN, 2011; RUTHSCHILLING; LASCHUK, 2013; MENDES; LAMARCA; SÁ, 2015). Em relação à temperatura, deve ser uniforme para todas as gamas de cores e abaixo da termoplasticidade do substrato de fibra sintética, como explica Cie (2015).

Para que a imagem desejada esteja devidamente inserida no objeto escolhido, é preciso falar sobre os insumos envolvidos. Assim, observam-se o tipo de impressão, as tintas sublimáticas, a impressora, o papel resinado, a prensa térmica, fitas térmicas de fixação e o objeto a ser sublimado (canecas, azulejos, pratos, camisas, squeezes, xícaras, leiteiras etc.).

Swain (2011) ressalta a importância da prensa térmica no processo sublimático, ao dizer que sem ela a sublimação assemelha-se a um lápis quebrado: não tem sentido. Existem tamanhos e tipos variados, conforme o formato do objeto a ser sublimado. O tipo de material que recebe a transferência é outro fator que influencia no tempo de exposição à temperatura adequada, sob a pressão submetida.

Outro elemento importante é a tinta sublimática. Estes, para Cie (2015), são uma versão particular de um corante indissolúvel, mas que se dispersa nos pigmentos, contidos na tinta, que é um veículo líquido à base de água. Essas partículas sólidas têm a dimensão necessária para passar do reservatório de tinta ao orifício do bocal da impressora, apesar da presença de aditivos que possam com o uso a entupir o bico de impressão (CIE, 2015).

Por fim, um outro componente não menos importante é o papel. Este o intermediador entre a composição impressa nele e o material do objeto onde a estampa será aplicada. El-Halwagy, El-Sayad e El-Molla (2001) ressaltam que o tipo e as propriedades do papel de transferência utilizados possuem um papel importante no processo de impressão por transferência térmica. Os mesmos autores defendem que características como peso, porosidade e tipo de revestimentos influenciam na intensidade da cor das estampas produzidas. Isso vai de encontro ao pensamento de Guo et al. (2011), que defendem que a qualidade da estampa depende da qualidade do papel, sendo este o elemento influenciador da cor. Sendo assim, Ruthschilling e Laschuk (2013) afirmam que o substrato deve ser de fibra de poliéster e alguns tipos de poliamida, para que o resultado, combinado com temperatura, pressão e tempo adequados, seja o satisfatório. Os referidos autores falam que a aplicação de materiais a base de mistura de poliéster, algodão e outras fibras são utilizados, entretanto, a imagem fica enfraquecida por não haver transferência do pigmento sublimático com estas fibras que não reagem corretamente ao calor e à pressão.

3 Metodologia aplicada

Antes de tratar sobre a metodologia da pesquisa, é interessante relatar a sua natureza. Assim, vê-se que é uma pesquisa tanto exploratória, quanto experimental. Marconi e Lakatos (2003) expressam como exploratória por pautar toda a sua fundamentação e condução em materiais de cunho acadêmico, assim como buscar proporcionar maior familiaridade com a problemática, ajudando na elaboração de hipóteses. As autoras trazem também como experimental por testar rigorosamente as hipóteses formuladas, buscando a seleção da amostra por técnica probabilística e manipulação de variáveis independentes, visando o máximo de controle possível dos fatores pertinentes. trazem também como experimental por testar rigorosamente as hipóteses formuladas, buscando a seleção da amostra por técnica probabilística e manipulação de variáveis independentes, visando o máximo de controle possível dos fatores pertinentes.

Os métodos mais utilizados para a quantificação de cores (análise colorimétrica) fazem usos de equipamentos de alto custo de aquisição. Para Barcelos, Carvalho e Castro (2015), o uso de obtenção de imagens por meio de scanner com valores RGB é uma alternativa de baixo custo, com resultados satisfatórios para a quantificação de analitos por colorimetria. Passaretti Filho (2015) fala que análise colorimétrica baseada em imagens digitais apresentam uma fácil e simples instrumentação, fácil aquisição, bem como fomenta parâmetros aceitáveis para avaliação, sendo compatíveis aos métodos colorimétricos de absorvimetria. Santos, Wentzell e Pereira Filho (2012) reforçam a qualidade dos resultados das imagens obtidas na combinação de monitores de computador e câmeras digitais ao comparar com os métodos padrão (espectrofotometria e colorimetria). Já Benedetti et al. (2015) trazem o uso estimulado de câmeras digitais e telefones celulares como dispositivos detectores na química analítica, por conta dos avanços tecnológicos, assim como o baixo custo de aquisição destes. Além de todas as vantagens já comentadas, Souza et al. (2015) comentam sobre o elevado potencial da aplicação de dispositivos digitais (scanner, câmera digital e celular) como detectores colorimétricos em microzonas impressas, pois não mostraram diferenças significativas ($P=0,05$) se comparado com um espectrofotômetro.

O gráfico 1 resume por meio de infográfico como todo este experimento aconteceu.

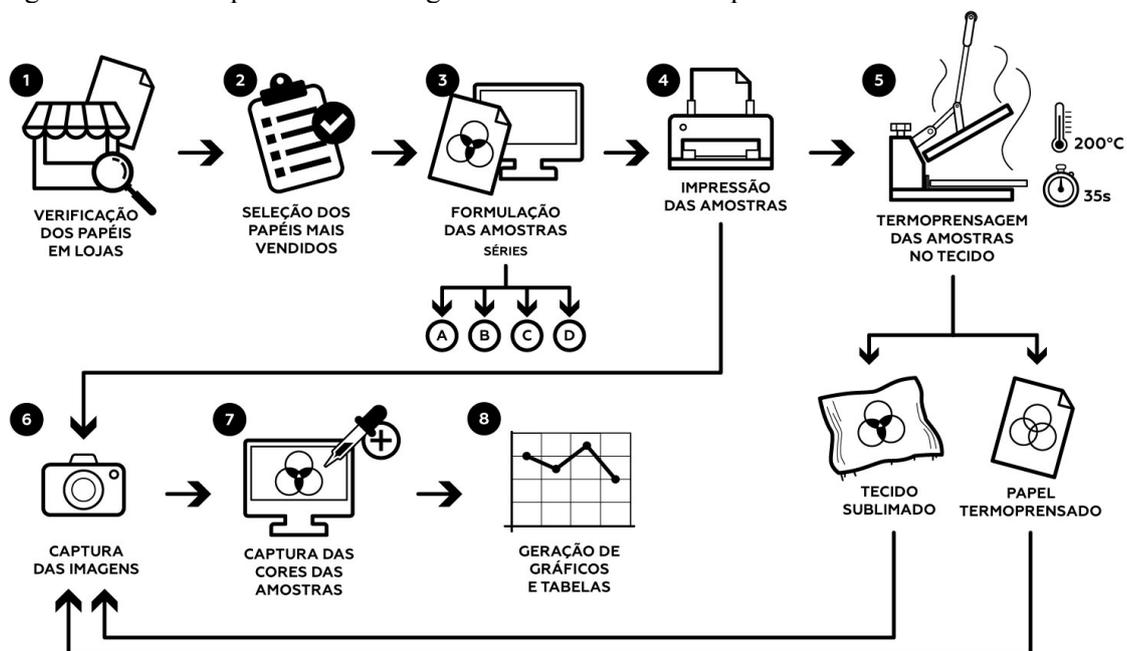


Gráfico 1 - Infográfico do experimento

Sendo assim, para a realização do experimento todas as amostras tiveram a mesma estampa, com a presença de 4 quadrados de 30 mm onde cada tem as cores ciano, magenta, amarelo e preto. O projeto gráfico foi concebido em um notebook Dell Inspiron 1500, com auxílio do Corel Draw 2018, nas dimensões 90 x 73 mm, em resolução de 300 dpi, com modo de cor RGB. Para a impressão das amostras, usaram-se tintas sublimáticas da marca Gênese em impressora jato de tinta da marca Epson

L1300. Após 12h de secagem, os papeis impressos foram submetidos à sublimação propriamente dita em tecido branco 100% poliéster, com o auxílio de uma prensa plana da marca Mundi MS4010, durante 35 segundos a 200°C e em pressão média.

Para efeito didático, foram adotadas letras indicativas para as séries referentes aos papeis utilizados, levando em consideração que são 8 corpos de prova por série. Dessa forma, a tabela 1 ilustra os tipos de papeis experimentados e nomeia cada amostra. Assim sendo, adotou-se a série A para representar o Papel sublimático Mundi 100g/m² com suas amostras (A1 a A8). Para o papel Papel sublimático Mecolour 100g/m² foi definida a série B, ilustrando suas amostras (B1 a B8). Seguindo a série C, confere o Papel sublimático Havir 110g/m² e os seus corpos de prova (C1 a C8). E, por fim, a série D apresenta papel sublimático Sublipaper Live 100g/m² e seus exemplares (D1 a D8). Logo, o experimento conta com um total de 32 espécimes a serem analisadas.

Tabela 1 - Tipos de papeis e amostras

TIPOS DE PAPÉIS	SÉRIES DAS AMOSTRAS							
Mundi 100g/m ²	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Mecolour 100g/m ²	B1	B3	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Havir 110g/m ²	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Live 100g/m ²	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8

As cores coletadas se deram por meio da captura digital das imagens de cada amostra, dispostas em duas fases distintas: Papel termo-prensado (PT) e Tecido sublimado (TS). O sistema que permitiu tal captura é composto por um mini Studio marca Puluz em forma de cubo com 25 cm de altura, cujos iluminantes são 40 leds em duas linhas, temperatura de cor 6500k e abertura no topo do aparato por onde um celular marca Samsung A10 foi usado como câmera. As imagens resultantes de cada série e fase tiveram a sua cor RGB coleta pela ferramenta Conta-gotas do software Adobe Photoshop 2020, no ponto central de cada quadrado. Cada etapa de registro fotográfico foi feita 1h depois da sua realização.

O modelo RGB é, para Alves (2010), um sistema aditivo de cores que se baseia na teoria dos três estímulos, teoria esta em que a retina do olho humano possui em seus cones três pigmentos que estimulados tornam possível a percepção das cores. Cada um destes vibra em comprimentos de ondas diferentes, como o vermelho (R - 730 mμ), verde (G - 546 mμ) e azul (B - 435,8 mμ). Tal modo de cor, adotado por este experimento, trabalha com 256 intensidades diferentes de cores para cada um dos seus canais, tendo intervalos que vão de 0 a 255 para cada tom. Nesta escala, a tricotomia gera uma cor específica. Como pontos a serem considerados, deve-se verificar que quando todos valores atingem em 0, obtém-se o preto. E quando todos estão no máximo, ou seja, em 255, obtém-se o branco (ALVES, 2010; LOPES, 2013).

O algoritmo matricial apresentado na Equação 1 mostra os valores RGB convertidos em escala de cinza e ajudam a interpretar quantitativamente e em valores percentuais (PASSARETTI, 2015). Os valores obtidos de cada quadrado analisado são considerados a Densidade da cor.

$$f(\text{RGB}) = 0,2989 R + 0,5866 G + 0,1145 B \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: R é a cor vermelha; G é a cor verde; B é a cor azul

Em ambas as vertentes, obtém-se, com o auxílio de planilhas geradas pelo software Microsoft Excel, a média das séries e estas foram expostas em tabelas, conforme o seguimento da análise de características, como: diferença de cor (ΔE) e índice de transferência de tinta.

A diferença de cor é, para Ding, Zhao e Han (2016), o índice de avaliação usada para medir o intervalo da capacidade de reprodução de cor entre dois padrões, onde cada série é analisada e comparada com o padrão RGB de cada uma das 4 cores impressas e o que é esperado delas em cada fase. Tal diferença é expressa na Equação 2:

$$\Delta E = E_p - E_s \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: ΔE é a Diferença de cor; E_p é a Cor-padrão; E_s = Cor da série analisada

O índice de transferência de tinta visa mostrar o quanto o papel consegue transferir de tinta para o substrato, evidenciando sua qualidade e redução de desperdício de material (tinta) (DING; ZHAO; HAN, 2016). Tal propriedade é também expressa na Equação 3:

$$It = Ds / (Ds + Dr) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: It é o índice de transferência de tinta; Ds é a densidade de tinta do substrato; Dr é a densidade de tinta residual

Como auxílio visual, apresentou-se um quadro comparativo resultante das médias de cada série usada na sublimação do tecido.

4 Resultados e discussões

Conforme o método descrito, foram feitas 64 capturas de imagens, de 4 tipos de papéis diferentes, onde cada tipo possui 8 amostras que foram fotografadas cada uma em 2 fases diferentes. Essas 64 capturas de imagens serviram para o tratamento dos dados de 4 quadros de cores de cada captura, totalizando 256 valores trabalhados nessa pesquisa. A tabela 2 apresenta um panorama geral desses dados coletados e tratados, divididos por séries e fases da sublimação.

Tabela 2 - Valores médios das cores coletadas das amostras por série.

SÉRIES	TABELA GERAL DE DADOS							
	PAPEL TERMOPRENSADO (PT)				TECIDO SUBLIMADO (TS)			
	C	M	Y	K	C	M	Y	K
Mundi 100g/m ²	91,21%	86,25%	91,50%	62,42%	39,48%	35,58%	82,09%	12,13%
Mecolour 100g/m ²	91,61%	87,13%	93,06%	67,47%	42,34%	37,88%	81,98%	14,89%
Havir 110g/m ²	93,13%	85,64%	88,73%	54,82%	43,17%	38,09%	82,75%	14,06%
Live 100g/m ²	89,56%	81,77%	89,98%	64,05%	43,41%	37,86%	82,41%	11,65%

O que poderia ser a primeira fase de avaliação, a do papel após a impressão, não foi tida como foco deste trabalho. A motivação disso está no fato de que nessa fase, a densidade de cor não reflete a qualidade do desempenho da impressão da camada de absorção de tinta (DING; ZHAO; HAN, 2016). Para estes autores é normal as tintas parecem desbotadas nessa etapa, como no gráfico 2, e que após a sublimação, quando submetidas à uma pressão em alta temperatura e por um determinado tempo, terão a qualidade e o brilho esperados.



Gráfico 2 - Amostras de papéis impressos.

Sendo assim, focaram-se nas duas fases que acontecem simultaneamente: a termoprensagem do papel (PT) e a sublimação do tecido (TS).

4.1 Papel termo-prensado

A avaliação desta etapa se pauta em verificar através dos valores coletados a quantidade de tinta residual do processo de sublimação. Nessa percepção, El-Sayad e El-Sherbiny (2014) apontam que a liberação do máximo de corante é o principal diferencial do papel utilizado como ponte nesse tipo de estampagem. Dessa forma, os melhores papéis são aqueles retêm a menor quantidade possível de tinta após a estampagem, revelando assim as cores residuais mais claras e sem vivacidade em sua superfície. Varanda (2011) aponta o branco como o fruto da combinação das cores primárias do sistema aditivo (RGB), sendo ele o nível máximo desta escala que vai de 0 a 255. Então, como parâmetro para seleção dos papéis que menos absorvem tinta, avaliam-se os maiores valores descrito no gráfico 3.

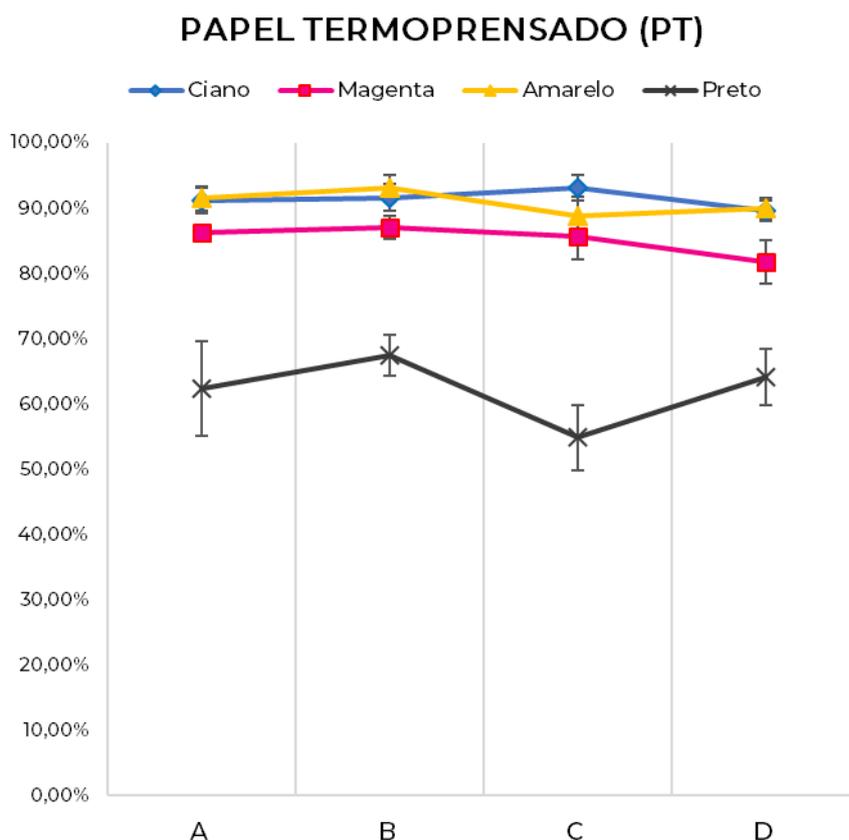


Gráfico 3 - Avaliação da tinta residual no papel termo-prensado.

Ao observar o gráfico acima percebe-se que o Ciano é a cor que teve um comportamento mais homogêneo entre as analisadas nesta fase, com atenção ao equilíbrio entre as séries A e B. O Magenta manteve uma certa constância com sensível declive na série D. Já o Amarelo apresentou considerável variação, com ponto alto na série B e imediatamente baixo na série C. Por fim, o Preto foi a cor que apresentou a maior variação de valores, repetindo com maior diferença o ocorrido na cor anterior e o desvio padrão dessa última cor também é um ponto a ser considerado.

Julgando o cruzamento dessas informações, é interessante relatar que a série C obteve notável discrepância de padrão em suas cores, percebe-se a sua qualidade, pois durante a realização do ensaio a resina do papel não absorveu a tinta como deveria, desembocando no desempenho da transferência de tinta, como comentado por Troncoso e Ruthschilling (2014). Assim, tal ponto é também considerado como atributo para a categorização nesta etapa.

Dessa forma, os melhores resultados respeitam também um equilíbrio entre as cores e a menor quantidade de tinta residual apontadas pelos maiores valores. Logo, em ordem decrescente, os papéis da série B (Mecolour), série A (Mundi) e, com pouca diferença, série C (Live).

4.2 Tecido sublimado

Esta é a fase principal do processo de sublimação, pois é onde se verifica a qualidade da estampa em termos de nitidez e fidelidade de cores. Assim, consideram-se os melhores papéis na análise de transferência de tinta em substrato aqueles que possuem os menores índices descritos no gráfico 4.

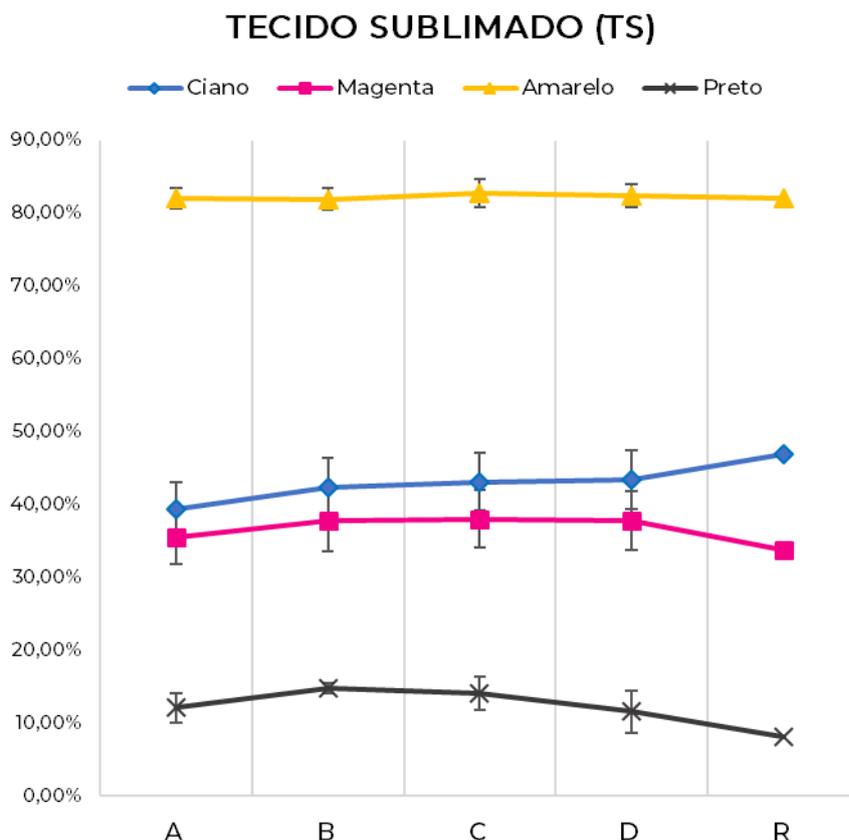


Gráfico 4 - Avaliação da tinta em tecido sublimado.

Antes de delinear cada cor e série é importante falar que o gráfico da Figura 4 apresenta uma quinta série que serve como referência para comparação direta. Os valores desta série (R) são a conversão em RGB de cada cor CMYK que também passam pela mesma fórmula matricial para encontrar seu percentil. Logo, tal série abaliza o julgamento do melhor papel.

Os quatro papéis avaliados apresentaram algumas cores com valores muito semelhantes. O Amarelo é o maior exemplo desse equilíbrio, mesmo tendo um mínimo declive na série B, apresenta maior proximidade com a cor esperada. Em seguida, vê-se o Magenta com uma suave subida da série A e estabilidade nas demais séries, mas apresentam taxas ligeiramente maiores que a referência. O Ciano mostrou igual acrive na mesma série e mínima e constante da série B até a D, porém são um pouco abaixo do valor desejado. Contudo, vê-se como o Preto apresentou-se diverso às demais no sensível declive da série B a C e considerável descida rumo à série D e as 4 séries são mais altas que a cor da referência.

Sabe-se que processos de impressão apresentam uma diferença tonal que depende de substrato, tinta e do processo em si. Ao vislumbrar o ocorrido acima, Villas Boas (2008) acrescenta sobre a impureza das tintas gráficas para que elas possam ser economicamente viáveis. Para tais processos, o Amarelo é o que atinge níveis bem próximos porque possui apenas 10% de Magenta; enquanto o Ciano se mantém mais fechado por conter 25% de Magenta e tal cor é um pouco acima de sua referência por conta dos 40% de Amarelo em sua composição (VILLAS-BOAS, 2008).

Considerando todos estes fatores, na ordem do melhor para o pior, os melhores papéis são: série D (Live), série A (Mundi) e série B (Mecolour).

4.3 Índice de transferência de tinta

Esta é a fase principal do processo de sublimação, pois é onde se verifica a qualidade da estampa em termos de nitidez e fidelidade de cores. Assim, consideram-se os melhores papéis na análise de transferência de tinta em substrato aqueles que possuem os menores índices descritos no gráfico 5.

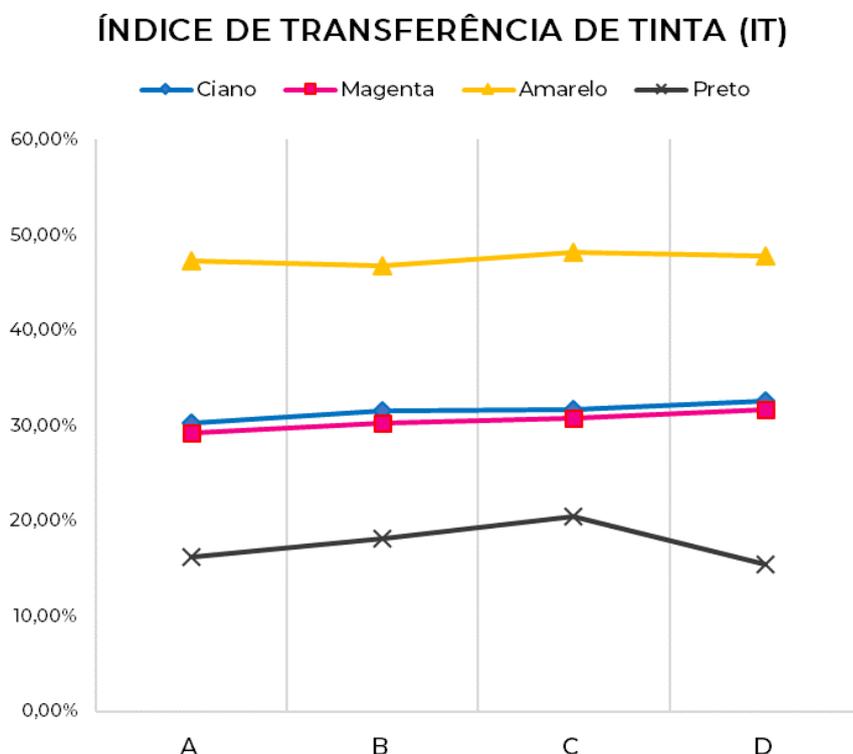


Gráfico 5 - Avaliação do índice de transferência de tinta em tecido sublimado.

Os valores desejados para esta fase devem ser os menores, pois quanto menor for tal taxa, menos tinta é retida pelo papel. Dessa maneira, seguindo esta mesma expectativa, os papéis que tiveram o melhor desempenho, quanto à transferência de tinta foram: série A (Mundi), série B (Mecolour) e série D (Live).

4.4 Análise visual das cores

Como forma de verificar a fidelidade de cores que cada tipo de papel, como ponte, oferta na sublimação, criou-se um quadro comparativo visual de cada cor e série analisada, como versa a gráfico 6.

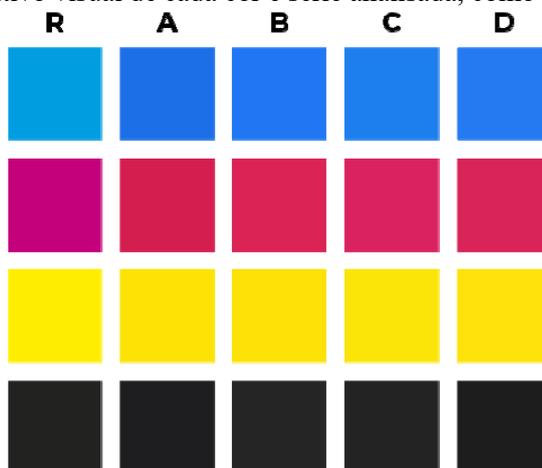


Gráfico 6: Análise visual da média das cores de cada série no tecido sublimado.

É visível a proximidade entre as séries estudadas, bem como a diferença delas para as cores que a referência (R), cor padrão de impressão e que é usada na criação das estampas. De certo modo, essa distância cromática reflete a fala já descrita de Villas-Boas (2008) sobre a impureza dos

pigmentos. Durante a confecção da figura acima, verificaram-se também os níveis CMYK de cada quadro de cada série. Partindo para uma descrição mais aprofundada, observa-se como o Ciano dos tecidos estampados é mais vívido consideravelmente mais azulado, com aproximadamente com 157,5% de Magenta acima da referência (de 20 para 51,5). Já o Magenta adquiriu tons mais avermelhados, aumentando em 255,35% a adição de Amarelo (de 14 para 49,75). Em seguida, viu-se o Amarelo mais forte com o levíssimo alaranjado, coisa que confere coisa de 291,66% de Magenta (de 3 para 8,75). E, finalmente, o Preto mais vibrante, com o mesmo peso escuro.

5 Notas conclusivas

Com a realização dos ensaios verificaram-se que as séries têm comportamento variado nas propriedades analisadas. Por conta disso, para definir o papel mais indicado para sublimação optou-se por aquele que tivesse os melhores resultados em todos os processos estudados. Antes é preciso dizer que o papel Havir (série C) teve os piores desempenhos, em termos de transferência de tinta, qualidade de cor e estrutura da resina e do papel. Sendo assim, os melhores papéis foram, ordenadamente: 1º - série A Mundi (100g/m²), 2º - série B Mecolour (100g/m²) e em 3º - série C Sublipaper Live (100g/m²).

Como sugestão para aprofundamento desse estudo, faz-se preciso a verificação da composição química do papel, bem como a observação de sua estrutura por meio de microscopia de varredura, a fim de verificar seus poros e a relação deles com a transferência de tinta. Também cabe sugerir a avaliação das tintas sublimáticas ofertadas no comércio, visando compreender sua qualidade e fidelidade de cor.

Evaluation of sublimation papers used in the product of custom products

Abstract: Every day the branch of personalized articles, as well as others that use sublimation as a printing technique, which makes it important to study this process, aiming at the quality of the colors in the prints. In this study, four papers used in the sublimation process were evaluated: Mundi, Mecolour, Havir and Sublipaper. The CMYK colors of photos captured in two moments were collected: thermo-pressed paper and sublimated fabric. Matrix function was used as color percentage of the images obtained in RGB to generate information about color density in the two phases, ink transfer index and color fidelity. It was found that the third paper is the least suitable for the process, because it retains more ink on its surface, which is more porous than the others, resulting in a noticeable difference in the sublimated fabric. Finally, they are able in this order: the first, the second and the fourth, thus evaluated.

Keywords: sublimation; colorimetric analysis; graphic design; graphic production

Referências bibliográficas

ALVES, D. R. **Avaliação dos Modelos de Cores RGB e HSV na segmentação de Curvas de Nível em Cartas Topográficas Coloridas**. 65f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Belo Horizonte, 2010.

BAER, Lorenzo. **Produção Gráfica**. 6 ed. São Paulo: SENAC, 2005.

BARCELOS, H. T.; CARVALHO, E. H. S.; CASTRO, T. C. Uso do sistema de cor RGB para quantificação de fósforo em efluentes. In: **CBQ. 55º Congresso Brasileiro de Química**. Goiânia, 2 a 6 de novembro de 2015.

BENEDETTI, L. P. S.; SANTOS, V. B.; SILVA, T. A.; BENEDETTI FILHO, E.; MARTINS, V. L.; FATIBELLO-FILHO, O. **A digital image analysis method for quantification of sulfite in beverages**. Analytical Methods; v. 7, n. 18. 7568-7573, 2015.

BUGGY, Leonardo de Araújo Costa; RODRIGUES, Lia Alcântara. **Classificação e escolha de um sistema de impressão. Design, Arte, Moda e Tecnologia**. São Paulo: Rosari, Universidade Anhembi Morumbi, PUC-Rio e Unesp-Bauru, 2010.

CIE, Christina. Heat transfer and sublimation printing. In: **Ink Jet Textile Printing**. Woodhead Publishing Series in Textiles. Elsevier, 2015, Pages 125-137.

DING, Qi-Jun; ZHAO, Chuan-Shan; HAN, Wen-Jia. Application of Nano-SiO₂ in dye sublimation thermal transfer paper. In: **IWMSEE (Conference) (2016: Wuhan, China). Material Science and Environmental Engineering**. The Proceedings of 2016 International Workshop on Material Science and Environmental Engineering (IWMSEE2016). Wuhan, Hubei, China. 22-24 January 2016. Hackensack, New Jersey: World Scientific, 2016.

EL-HALWAGY, Azza A.; EL-SAYAD, Hanan S.; EL-MOLLA, Mohamed M. **Sublimation Transfer Printing of Cotton and Wool**. Macromolecular Materials and Engineering, 286(10), 618. 2001.

ELSAYAD, H. S.; EL-SHERBINY, S. **A Study into the Influence of Paper Coatings on Paper Properties and Print Quality of Dye Sublimation Thermal Prints**. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 47: 122–136, 2008.

FERNANDES, Amaury. **Fundamentos de produção gráfica: para quem não é produtor gráfico**. Rio de Janeiro: Rubio, 2003.

GLOMBIKOVA, Viera; KOMARKOVA, Petra. **Study on the Impact of Dye – Sublimation Printing on the Effectiveness of Underwear**. Tekstilec, 2014, letn. 57(2), str. 133–138.

GUO, Linghua.; ZHANG, Meiyun; GUO, Xinhua; ZHU, Qian. **Research on the Color Models of the Heat Transfer Printing Paper**. Advanced Materials Research Vols 236-238 (2011) pp 1332-1335.

KAŠIKOVIĆ, Nemanja; NOVAKOVIĆ, Dragoljub; KARLOVIĆ, Igor; VLADIĆ, Gojko; MILIĆ, Neda. **Colourfastness of Multilayer Printed Textile Materials to Artificial Light Exposure**. Acta Polytechnica Hungarica Vol. 12, No. 1, 2015.

KIATKAMJORNWONG S.; PUTTHIMAI P.; NOGUCHI H. **Comparison of textile print quality between inkjet and screen printings**. Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions. Vol.88, B1, 1-82, March 2005.

LOPES, J. M. B. **Cor e luz**. Departamento de Engenharia Informática - Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2013

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MENDES, Ana Paula dos Santos.; LAMARCA, Kátia Pinheiro; SÁ, Andréa Firmino de. A estamparia de sublimação digital como fator de valorização da fibra de poliéster. In: **5º ENPModa - Encontro Nacional de Pesquisa em Moda**. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2015.

PACHECO, Maira Sant'ana; MEDEIROS, Diego Piovesan. Design de superfície e processos têxteis: relações e características. In: **Graphica'13. XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico**. X International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Florianópolis, 2013.

PASSARETTI FILHO, J. **Análise de imagens digitais para fins analíticos: Aplicações ambientais e tecnológicas**. 161 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara, 2015.

RIBEIRO, Milton. **Planejamento visual gráfico**. 9 ed. Brasília: LGE, 2003.

RUTHSCHILLING, Evelise Anicet; LASCHUK, Tatiana. **Processos contemporâneos de impressão sobre tecidos**. ModaPalavra e-Periódico. Ano 6, n.11, jul-dez 2013, pp. 60 - 79. ISSN 1982-615x.

SANTOS, P.; WENTZELL, P.; PEREIRA FILHO, E. **Scanner digital images combined with color parameters:** a case study to detect adulterations in liquid cow's milk. Food Analytical Methods, v. 5, n. 1, p. 89-95, 2012.

SETANI, K.; SASAKI, E.; TAKEDA, Y. **Thermal control method for sublimation-type thermal dye transfer printing.** Proc. SPIE 1252, Hard Copy and Printing Technologies, 1990.

SOUZA, F. R.; DUARTE JÚNIOR, G. F.; GARCIA, P. T.; COLTRO, W. K. T. **Avaliação de dispositivos de captura de imagens digitais para detecção colorimétrica em microzonas impressas.** Quimica Nova, Vol. 37, No. 7, 1171-1176, 2014.

SWAIN, Peter. **Sublimation 101 [2011 Edition]:** The Complete Guide To Successful Dye Sublimation Printing. Sawgrass Technologies Consumer, 2011.

VARANDA, Christian Martinez. **Análise crítica do gerenciamento de cores aplicado a sistemas de impressão distintos como vantagem competitiva na produção de embalagens cartonadas.** 108 f. Monografia de especialização (Pós-Graduação em Engenharia de Embalagem). Pós-Graduação em Engenharia de Processos Industriais. Escola de Engenharia Mauá. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia: São Caetano do Sul, 2011.

VILLAS-BOAS, André. **Produção gráfica para designers.** 3 ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2008.