REVISTA DESIGN & TECNOLOGIA
ISSN: 2178-1974
2021, Vol. 11, No. 22
DOI 10.23972/det2021iss22pp42-51

PGDESIGN
www.pgdesign.ufrgs.br

Análise ambiental comparativo dos principais papéis empregados em gráficas rápidas de Londrina/PR

Camila S.D. Lopes[1]; Larina de P. Oliveira[1]; Lorena de P. Oliveira[1]

1 *Departamento de Design, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil*

RESUMO

Esta pesquisa é o recorte de um amplo projeto que aborda as ferramentas do Design Gráfico para a Sustentabilidade Ambiental (DGSA) e suas aplicações didáticas, devidamente aprovado no Comitê de Ética em Pesquisas. A indústria gráfica é tradicional consumidora de grandes quantidades de insumos e energia, e geradora de resíduos. Lamentavelmente são escassas as informações acerca do desempenho ambiental das matérias-primas e processos da área gráfica, gerando no consumidor dúvida e desinformação quanto às melhores escolhas em termos ambientais. Dentro do grande escopo de estudo do DGSA, este trabalho focou em auxiliar o consumidor na escolha dos substratos celulósicos disponíveis nas gráficas rápidas de Londrina/PR, tendo como critério seu desempenho ambiental. Para diagnosticar os principais papéis utilizados nesses estabelecimentos foi utilizada entrevista por pautas com os gerentes das principais gráficas rápidas e mostrou que os principais papéis empregados são o couché, sulfite e reciclado. A metodologia para realização da fundamentação teórica foi a pesquisa bibliográfica exploratória, para a análise ambiental foi empregado software específico, e foram selecionadas cinco categorias de impacto: saúde humana, qualidade do ecossistema, consumo de recursos, GWP 100 anos e destruição da camada de ozônio. O resultado comparativo ambiental dos papéis revelou a pior performance ambiental do papel couché, seguido do offset, e bem distante, o papel reciclado, corroborando com a fundamentação teórica. Apesar de parecer muito evidente o resultado desta pesquisa, a disseminação dela com bases científicas se faz necessário pois existem aqueles que não creem no menor impacto ambiental do papel reciclado e do maior impacto do papel couché. Com os resultados em mãos foi produzido layout para cartaz a ser colocado nas gráficas, para orientar os clientes.

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade Ambiental, Design gráfico, Papel, Análise de Ciclo de Vida, Gráfica

Environmental analysis of the main papers utilized in digital printing industry in Londrina/PR

ABSTRACT

This research represents a portion of a broad project that addresses Graphic Design tools for Environmental Sustainability and their educational application. The printing industry is a traditional consumer of large amounts of input, energy and is a big waste generator. Unfortunately, information about the environmental performance of raw materials and graphic processes are very scarce, creating on the consumer doubt and misinformation about the best environmental choices. Inside the wide study scope of Graphic Design for Environmental Sustainability, this work focused on assisting consumers in choosing the cellulosic substrates available in the digital printing industry of the city of Londrina, Paraná state, Brazil, taking as a criterion its environmental performance. To diagnose the types of paper most commonly utilized on those establishments interviews were conducted with the managers of the main digital printing establishments of the city, showing that the most common papers utilized are couché, offset paper, and recycled. The methodology implemented for the theoretical foundation was the exploratory bibliographical research and for the environmental analysis a specific software, SimaPro 8.1.1.16, was utilized and five categories of impact were selected: human health, ecosystem quality, resource consumption , GWP 100 years, and ozone layer depletion. The comparative environmental results of the papers revealed the worst environmental performance of couché paper, followed by offset paper, and very distantly, by recycled paper, corroborating the theoretical foundation. Although the results of this research may seem evident, we sustain that its dissemination with a scientific basis makes itself necessary because some consumers do not believe in the lower environmental impact of recycled paper and the higher environmental impact of couché paper. The results were used to produce a poster to be in the digital printing industry, in order to guide its clients.

KEYWORDS

environmental sustainability, graphic design, paper, life cycle assessment, printing industry

CONTATO: Camila S.D.Lopes – *camiladoubek@uel.br*

© 2021 – Revista Design & Tecnologia

1. INTRODUÇÃO

São notórias as decorrências para o meio ambiente do uso abusivo e inadequado dos bens naturais que o ser humano vem fazendo ao longo da história. Chegamos em um ponto em que a problemática ambiental precisa ser tratada como uma adversidade complexa e urgente, e deve ser abordada por profissionais de múltiplas áreas, na busca de solucionar obstáculos específicos, encontrando soluções em microescala.

Esta pesquisa compõe estudos do projeto de pesquisa que em busca a consolidação das ferramentas do Design Gráfico para a Sustentabilidade Ambiental (DGSA) em âmbito didático e prático, dentro do escopo do Comitê de Ética de pesquisa.

Vários setores da sociedade adaptaram a sua teoria e prática profissional no sentido a sustentabilidade, em sua concepção não-antropocêntrica, isto é, ações que objetivam construir uma realidade ambiental positiva para todos os habitantes do planeta, compreendendo homem, fauna e flora.

A atuação do designer tem mudado ao longo das três últimas décadas. É notória a evolução da práxis do design tradicional para o design de serviço e design de sistema, ou seja, a concepção do ofício ligado às questões estéticas e ergonômicas sofreu expansão para novas práticas. Hoje as estratégias de design estão sendo usadas para criar serviços inovadores, trabalhar problemas sociais, criar serviços públicos e políticas. O diagrama da **Figura 1**, que foi elaborado segundo conceitos e ideias de Buchanan, (1992), ilustra como o designer influencia a vida contemporânea com suas atuações. A primeira dimensão trata da práxis convencional do designer gráfico. A segunda aborda os mais variados produtos, no seu aspecto visual e estrutural e a sua relação cultural com os seres humanos. A terceira dimensão cuida da gestão e planejamento estratégico de objetos e pessoas, atentando para que as situações criadas gerem experiências cada vez mais satisfatórias, sendo que o centro desta dimensão são as conexões e as consequências. O último nível integra os anteriores e trata de problemas complexos, ou *wicked problems* (BUCHANAN, 1992, BUCHANAN, 2001, SAMPAIO, et al., 2018).

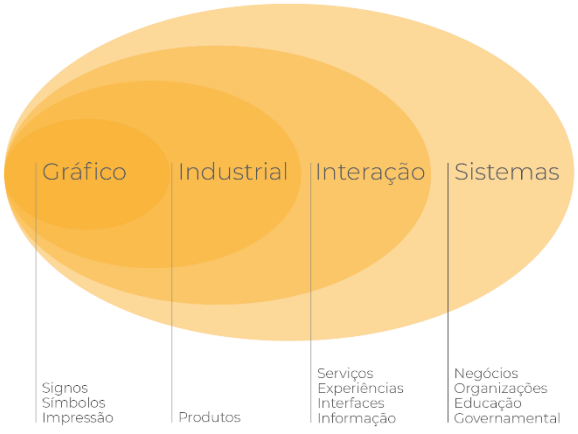


Figura 1 Diagrama ilustrativo da evolução da atuação do designer.

O design gráfico, técnica desenvolvida pelo homem ao longo de sua história, está inserida na cadeia de produção gráfica, processo industrial que consome bens naturais de maneira intensa e produz várias tipologias de resíduos, inclusive tóxicos com potencial de poluição ambiental. Lamentavelmente, existe carência de trabalhos técnicos e acadêmicos acerca dos impactos ambientais deste setor, assim como de informações sobre o potencial de impacto de todos os insumos para impressão, desde papel, tintas e acabamentos. Existe somente um livro sobre este tema publicado no Brasil, e trata-se de uma tradução de material para o contexto produtivo e cultural norte-americano, sem a realidade ambiental e técnica brasileira (LOPES et al., 2003, LOPES, 2016).

Tendo em vista este contexto de carência de material técnico sobre o tema, essa pesquisa foca nas gráficas rápidas, ou ainda gráficas digitais. Essa categoria de gráfica possui dinâmica de impressão mais agilizada que em uma gráfica convencional por utilizar impressão digital, enquanto as gráficas convencionais, de maior porte, podem imprimir em vários processos como offset, rotogravura, flexografia, tampografia, serigrafia, e a digital inclusive. A agilidade na produção se dá pela não necessidade de produção de chapas, todas as cores são impressas juntas e não existe a necessidade de acerto de máquina.

O primeiro princípio-chave para a sustentabilidade é a escolha de recursos de baixo impacto ambiental, por isso é fundamental estar ciente das propriedades dos materiais. Portanto, dentro do amplo espectro abordado pelo DGSA, em que questões sociais e econômicas também são abordadas, foi feito o recorte da matéria-prima celulósica, pois o papel é um dos itens mais utilizados e um dos insumos mais impactantes, e a indústria de celulose e papel é o quarto maior setor industrial em termos de consumo energético. Assim, este estudo procurou criar material com base científica para informar o consumidor do real impacto dos papéis disponíveis, e adicionalmente contrapor aos rumores que afirmam que o papel reciclado é uma farsa, uma estratégia de mercado, entre outras inverdades (ROGERS, 2018, SAMPAIO et al., 2018).

Atualmente, muitos clientes de gráficas rápidas escolhem o papel para a sua impressão no momento da encomenda do impresso, no balcão da gráfica. Acredita-se que neste momento é possível conduzir a escolha por substratos menos impactantes. Tal persuasão pode se dar por argumentação oral e visual.

Dessa forma, o propósito do presente estudo foi analisar o impacto ambiental dos principais papéis empregados nas gráficas rápidas de Londrina e comunicar o resultado aos consumidores, como forma de persuadi-los ao consumo de substrato de menor impacto.

As etapas para alcançar este objetivo foram primeiramente o levantamento junto às gráficas rápidas de Londrina (através de entrevista por pautas) quanto aos principais papéis empregados, posteriormente realizou-se levantamento bibliográfico exploratório acerca dos papéis e suas implicações ambientais e a ferramenta de Análise de Ciclo de Vida (ACV). Seguidamente foi realizada ACV comparativo quantitativo dos papéis diagnosticados nas entrevistas, através de metodologia de pesquisa exploratória por meio de software específico, o SimaPro 8.1.1.16. A última etapa foi a criação de cartaz, através de metodologia específica para comunicar o resultado aos clientes de gráficas rápidas.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

Os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho estão descritos segundo as etapas de pesquisa.

Na primeira fase desse trabalho foi realizado estudo de campo através de entrevista com pautas com as 7 gráficas rápidas mais populares de Londrina, para definição dos tipos de papéis que seriam analisados. Foram realizados contatos telefônicos e também pessoalmente. A entrevista se resumiu a uma pergunta objetiva: quais tipos de papéis estão disponíveis para impressão A4 e A3? Considerando o escopo da pesquisa, não foi indagada características como fabricante e gramatura.

Seguidamente, a fundamentação teórica foi amparada por pesquisa exploratória com delineamento bibliográfico, com base em artigos de revistas científicas, internacionais em sua

maioria, relacionadas à área ambiental e à produção gráfica. O levantamento feito por meio desta metodologia permitiu às autoras compreenderem conceitos e possíveis convergências entre eles. As principais fontes de pesquisa foi a tese de doutorado de Lopes (2016) e os artigos de Lopes et al., (2003) e Silva et al., (2015), ambos publicados no *Journal of Cleaner Production*. (GIL, 1999).

Na etapa da ACV, o meio técnico empregado foi o experimental comparativo, que objetivou ressaltar as diferenças em termos de desempenho ambiental entre os três tipos de papéis selecionados. Quanto ao nível de pesquisa, é explicativo, pois esclarece o potencial de impacto dos materiais em confronto. Existem diversos softwares disponíveis no mercado para a realização da ACV quantitativa, como OpenLCA, SimaPro, GaBi, Umberto e Quantis. O SimaPro é mais conhecido e utilizado no mercado e seus gestores no Brasil nos concederam uma licença educacional da versão 8.1.1.16 por tempo limitado para a realização desta pesquisa (GIL, 1999).

Os softwares de análise de ciclo de vida, fazem suas análises com base em métodos pré-escolhidos. O ReCiPe 8 é um dos métodos de avaliação de impacto mais comumente usados e transforma a longa lista de resultados de uma primeira ACV em uma pontuação limitada.

O software oferece vários tipos de papéis para serem analisados, sendo que eles são categorizados com base em bancos de dados que se classificam em diferentes regiões, a saber: GLO, RER e ROW. O primeiro significa GLOBAL, pois representa média válida para todos os países do mundo. RER representa os dados referentes à Europa. E RoW representa o resto do mundo (SALVADOR et al., 2018).

Para as análises foram selecionadas as seguintes tipologias de papéis, todas no projeto Ecoinvent 3 (base de dados para ACV mais completa do mercado, criada na Suiça): 1) *Graphic paper*, 100% *recycled* {RER} I *production* I APOS, S; 2) *Paper, woodfree, coated* {RER} I *production* I APOS, S; 3) *Paper, woodfree, uncoated* {RER} *I production* I APOS, S.

O termo *wood containing paper,* empregado no programa, indica o papel que contém altos níveis de polpa mecânica, podendo conter um, pouco de química, enquanto que *woodfree* significa polpa majoritariamente química (LOPES et al., 2003).

Sobre o papel reciclado, como dito anteriormente, existe ampla variedade de tipos conforme a porcentagem de aparas pré e pós consumo e também de celulose virgem. A título de exemplo, na embalagem do papel utilizado na gráfica rápida da Universidade Estadual de Londrina (UEL), está especificado o uso de fibras pré e pós consumo, entretanto sem especificar as quantidades: “Papel alcalino offset reciclado, conforme norma ABNT NBR 15755:2009, que utiliza em sua composição matérias-primas recicladas pré e pós-consumo.”

Na última etapa deste trabalho, com o objetivo de comunicar os resultados obtidos aos clientes de gráficas rápidas, foi criado material gráfico através de metodologia específica de design gráfico.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para compreender a dinâmica ambiental dos principais substratos celulósicos utilizados em gráficas rápidas,
primeiramente os papéis a serem analisados são descritos a seguir, assim como as questões ambientais envolvidas.

3.1 O PAPEL

O papel é um substrato de origem celulósica, cuja técnica de produção é uma das mais antigas da humanidade. Os primeiros registros de um material próximo ao papel é o papiro, que surgiu no Egito e era feito com a planta de mesmo nome e que cresce nas margens do rio Nilo. Entretanto o papel que é utilizado hoje em dia tem suas raízes na China, e foi criado por volta de 105 d.C, por T’s Lun. Os chineses misturavam fibras de árvores e restos de tecidos, molhavam, cozinhavam e batiam até formar uma pasta que depois era posta em uma peneira e colocada ao sol para secar. Quase seis séculos depois os Árabes passaram a utilizar o mesmo processo. Essa técnica só alcançou os países Europeus por volta do século XIV e em 1799 d.C. surgiu a primeira máquina de papel. O papel pode então ser definido como um material composto por fibras vegetais, processadas mecânica ou quimicamente (PIRRALHO et al., 2014, SITHOLE, 1995).

Com a revolução industrial e o surgimento da imprensa, o papel passou a ser um produto extremamente demandado. Atualmente, embora estejamos em plena era digital, o acesso a impressão caseira, o aumento populacional e o consumismo provocaram substancioso aumento na venda deste bem.

Em termos mundiais, menos de dois terços da celulose destinada à produção de papel é proveniente de material lenhoso, um terço de reciclagem e aproximadamente 5% de outras fontes não lenhosas, como o bambu ou bagaço de cana-de-açúcar, por exemplo. No Brasil, os papéis industriais são feitos a partir das fibras de eucalipto, que possui fibras com boas dimensões e é uma espécie lenhosa que em 6 ou 7 anos está pronta para a indústria de celulose e papel. Os principais tipos de papéis são destinados para embalagem, impressão e escrita, jornal e revista, papel higiênico, papelão e outros em menor quantidade (FAO, 1996, PIRRALHO et al., 2014 SILVA et al., 2015).

3.1.1 Processo de fabricação

O principal processamento do papel é a polpação, cujo objetivo é separar as fibras do restante dos materiais, que são a lignina e a hemicelulose. Os processos de polpação são divididos em dois tipos principais, pasta química (*Kraft Pulping*) e pasta mecânica (*Stone Groundwood Pulping*), e oito intermediários, sendo os principais: *Thermo Mechanical Pulp (*TMP); *Chemi-Thermo Mechanical Pulp (*CTMP); *Refiner Mechanical Pulping* (RMP); *Chemi-refiner Mechanical Pulping* (CRMP). Os componentes residuais dos processos precisam receber tratamento pois constituem o alto potencial de impacto ambiental. (FAO, 1996, PIRRALHO et al., 2014, ROGERS, 2018).

O processo mecânico consiste em moer os cavacos de madeira com o auxílio de pedras lubrificadas com o objetivo de separar as fibras da madeira, sem a dissolução química da lignina. Já o processo químico ou kraft emprega produtos químicos como soda cáustica e sódio para separar a celulose dos outros elementos químicos da madeira. Com o auxílio de altas temperaturas e alta pressão, com exceção da celulose, todos os componentes da madeira se tornam solúveis (LOPES, 2016, ROGERS, 2018).

Quanto aos quatro principais processos intermediários, o processo TMP é aquele em que os cavacos de madeira são pré-amolecidos através de calor, aumentando a eficiência da separação das fibras, e como resultado as fibras possuem coloração mais clara e fibras mais compridas. O processo CTMP é uma evolução do processo anterior, em que as fibras são adicionalmente tratadas com sulfato de sódio. Neste tratamento as fibras resultantes do processo possuem tom ainda mais claro e maior comprimento e força (PIRRALHO et al., 2014, SITHOLE, 1995).

O processo seguinte é o de branqueamento do papel, que consiste em retirar a cor resultante da polpação, que possui tom amarronzado devido à lignina e deixar o papel branco. Com exceção da polpa geralmente utilizada na produção de papel kraft para embalagens, a maioria dos papéis que são utilizados, tanto no cotidiano das pessoas, como em grandes produções

gráficas, são branqueados (FAO, 1996, LOPES, 2016, LOPES et al., 2003).

3.2 PRERROGATIVAS AMBIENTAIS

Neste tópico procurou-se explanar brevemente as ferramentas de análise que possibilitam gerar um produto de menor peso ambiental.

Quando se fala sobre o controle dos impactos ambientais, encontram-se diversas ferramentas que podem ser usadas de acordo com a área de aplicação ou a necessidade. Existem as análises qualitativas, como os *check-lists*, as matrizes de comparação, e a Análise do Ciclo de Vida (ACV) qualitativa, e as quantitativas, como os ecoindicadores e a ACV quantitativa.

Existem algumas heurísticas para a escolha de recursos de baixo impacto ambiental para determinada produção. Inicialmente Manzini e Vezzoli (2008) listaram alguns critérios de escolha:

- Não inserir na composição do material produtos tóxicos ou danosos;
- Evitar acabamentos tóxicos ou danosos;
- Aplicar matéria-prima renovável;
- Evitar os materiais que estão em risco de exaurir;
- Usar materiais que sejam resíduos de outro processo;
- Escolher materiais biodegradáveis.

Fuad-Luke (2002) formulou um check-list para a escolha de materiais de baixo impacto ambiental, como pode-se observar na Tabela 1.

Tabela 1 *Check-list* com os atributos para escolha de materiais de baixo impacto.

Atributo do material	Baixo Impacto Ambiental
Disponibilidade do recurso	Renovável ou abundante
Distância da fonte em KM	Perto
Energia incorporada	Baixa
Proporção de reciclagem	Alta
Produção de emissões	Zero/Baixa
Produção de resíduos	Zero/Baixa
Produção de substâncias tóxicas e emissões	Zero/Baixa
Capacidade de reciclagem	Alta
Resíduo no final da vida útil	Zero/Baixa
Facilidade com que o material de decompõe	Alta

Tendo em vista o processo completo de fabricação do papel, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), indica que os maiores potenciais de impacto são atribuídos a fase de polpação e branqueamento, como destacado na Figura 2 (FAO, 2006, SILVA et al., 2015).

Comparando os dois principais métodos de polpação, o mecânico possui algumas vantagens como o maior aproveitamento da espécie, em geral 95%, e produz menores quantidades de resíduos poluentes. Já o processamento químico pode ser sustentável energeticamente, pois a lignina resultante do processo pode se tornar combustível deste processo, enquanto que a polpação mecânica consome aproximadamente 1000 KW/ton de polpa. Realizando análise integral comparativa dos dois processos, o processamento mecânico impacta mais o meio ambiente (ROGERS, 2018).

A respeito das prerrogativas ambientais do branqueamento do papel, o componente alvejante usado tradicionalmente é o cloro, que é excessivamente tóxico para o meio ambiente, pois quando ele entra em contato com a água e o carbono da madeira é liberada a dioxina, gás carcinogênico e bioacumulativo. Como alternativa ao cloro, no processo mecânico, é empregado sódio ou peróxido de hidrogênio e hidrossulfito de sódio, usados ou não em conjunto. Já no processo químico, o hipoclorito de cálcio e dióxido de cloro são usados. Quanto a questão do uso do cloro, o consumidor pode contar com a seguinte certificação: *Elemental Chlorine-Free* (EFC) e *Totally Chlorine-Free* (TCF) (FAO, 1996, LOPES, 2016, SILVA et al., 2015).



Figura 2 Estudo de Impacto Ambiental da produção de papel.

3.2.1 Análise de ciclo de vida

Assim como um ser vivo, os produtos também podem ser estudados pelo seu potencial de existência, ou seja, o nascimento, infância, maturidade, velhice e etc. Assim, o ciclo de vida engloba todas as etapas na vida de um produto. ACV é o nome da técnica que se usa para mensurar quantitativamente e/ou qualitativamente o impacto de determinado produto no ambiente, sondando todo o percurso que o produto percorre desde a extração de sua matéria prima até ser descartado definitivamente, ou "do berço ao túmulo" (*cradle to grave*). Em cada etapa são incluídos todos os *inputs* (insumos, energia e água) para o processamento, e os *outputs* (emissões e resíduos). O objetivo principal em se utilizar essa metodologia é prevenir toda uma cadeia de danos ambientais gerados. A ACV é normatizada pela ISO (*International Organization for Standardization*), através da série ISO 14.000. Enriquecendo este caminho, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou a Iniciativa para o ciclo de vida (*Life Cycle Initiative – LCI*), que objetiva disseminar a abordagem do ciclo de vida para as análises ambientais. (GOMES e JÚNIOR, 2017, SAMPAIO et al., 2018, SILVA et al., 2015,)

O ciclo de vida de um objeto é usualmente segmentado em cinco partes: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte, como ilustrado por Kakazu (2016) (Figura 3). A etapa da pré-produção se dá quando todos os processamentos que ocorrem antes do processo de produção de um artefato, como a produção ou extração das matérias-primas, o transporte e armazenagem desses materiais, a produção de matérias-primas semielaboradas, a armazenagem e o transporte desse conteúdo até o local onde será produzido o produto final, toda a energia envolvida nos processos e a possível emissão de tóxicos que prejudicam o meio-ambiente e/ou a saúde humana (MANZINI e VEZZOLI, 2008, SILVA et al., 2015).

A pré-produção é na maioria dos produtos a fase mais impactante de seu ciclo de vida. Nessa etapa deve-se analisar a transformação dos materiais de base, a montagem, o acabamento, e assim como na fase anterior, a armazenagem e o transporte desses componentes entre uma etapa de produção e outra. Essa fase possui alto potencial de impacto ambiental por conta da emissão de químicos e consumo energético que ocorrem em alguns processos de produção. Os rios e lagos talvez sejam os que mais se desgastam durante o processo, já que acabam sendo penalizados com o descarte de resíduos químicos constantemente, porém os danos podem se estender a diversas outras áreas (MANZINI, VEZZOLI, 2008, SAMPAIO et al., 2018).



Figura 3 Infográfico representativo do ciclo de vida de um produto.

A análise do transporte retrata o impacto de todos os deslocamentos ao longo da vida do produto. A fase de uso se inicia a partir do momento em que o consumidor final tem o produto em mãos, sendo considerado os impactos ocorridos até quando o produto é consumido ou descartado definitivamente. Geralmente uma fase de uso mais longa significa um produto menos impactante ambientalmente, pois todas as fases anteriores e posteriores a de uso são evitadas até a necessidade do consumidor final de ter um produto novo. Isso não necessariamente significa que todo produto com fase de uso prolongada gera menos dano que um produto com a fase de uso mais curta, pois ao comparar o ciclo de vida de dois produtos percebe-se que seu maior nível de impacto pode ocorrer em diferentes fases. Um produto pode possuir um maior impacto nas fases de produção e transporte, por exemplo, e ter um tempo de uso prolongado, enquanto um com fase de uso mais curta pode ser mais ecológico nesses dois aspectos (MANZINI, VEZZOLI, 2008, SAMPAIO et al., 2018).

Quanto à fase final da vida do produto, muitos consideram apenas três opções como destino final de um produto: compostagem, aterro ou reciclagem, mas na realidade, dependendo de suas características físicas, existem inúmeras outras possibilidades. Muitas vezes é possível reaproveitar o produto para outros fins, ou reutilizar componentes, ou mesmo reaproveitar não necessariamente um componente, mas sim algum material. Além dessas possibilidades, ainda existe alguns materiais que têm descartes diferenciados, como por exemplo o papel semente, que o consumidor, após o uso, pode plantá-lo (MANZINI, VEZZOLI, 2008).

No que se refere às gráficas, Lopes (2016) formulou um infográfico com os *inputs* e *outputs* de um produto gráfico e todas as etapas envolvidas, como é possível observar na Figura 4.

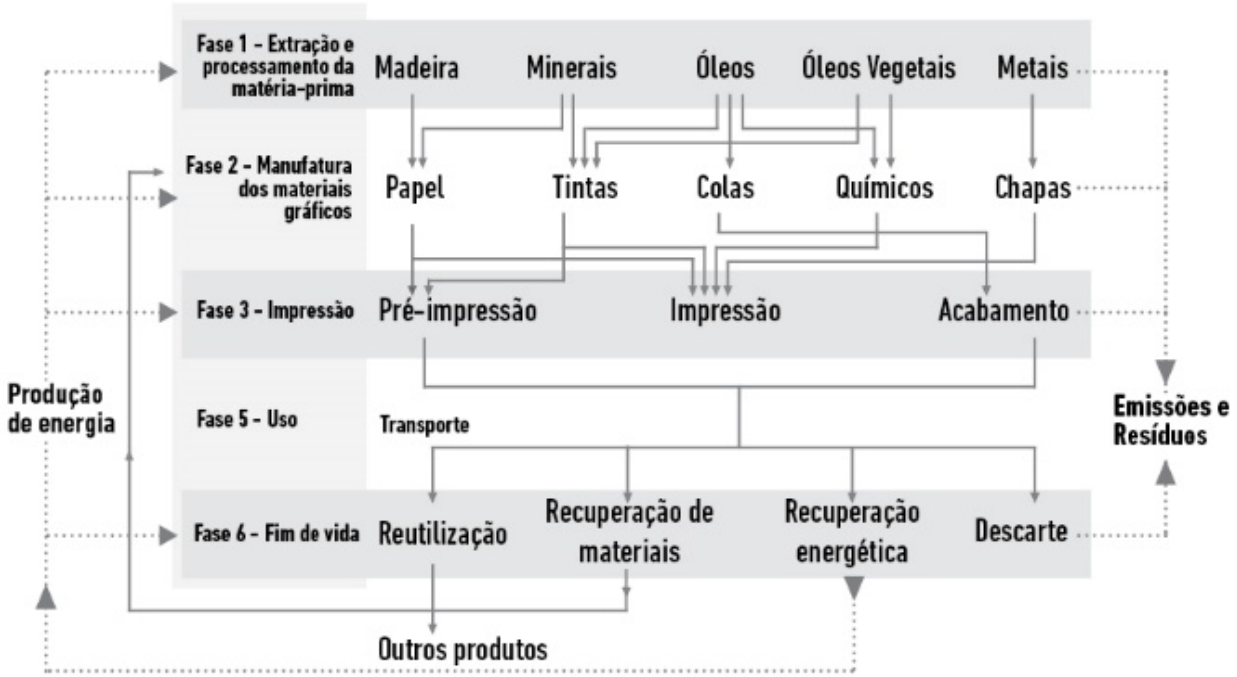


Figura 4 Esquema ilustrativo de um ACV de um produto gráfico.

A ACV de um produto gráfico tem início com a extração e processamento dos insumos necessários para a produção dos materiais para a editoração ou diagramação, impressão, uso e descarte de um produto gráfico. Como é possível visualizar na Figura 4, a fase de uso deste tipo de produto só possui o impacto de eventuais transportes, já as outras fases apresentam consumo de insumos e energia (*inputs*) e produzem emissões e resíduos (*outputs*) (LOPES, 2016, GOMES E JÚNIOR, 2017).

A Tabela 2, adaptada de Dias et al., 2007 ilustra as principais etapas do processamento de um papel sulfite, que no caso brasileiro é produzido com celulose de diferentes espécies de eucalipto. Esta tabela pode ser útil para a análise de impacto de cada etapa da vida do papel.

Tabela 2 Principais estágios da vida de um papel sulfite.

Estágios	Processos
Floresta	▪ Cultivo de *Eucalyptus spp*
Produção da polpa	▪ Transporte das toras
	▪ Transporte dos químicos
	▪ Processamento das toras
	▪ NaOH, $CaCO_3$, H_2SO_4, $NaClO_3$, S_2, NaCl, H_2O_2
	▪ Produção dos combustíveis
	▪ Produção de energia
Produção do papel	▪ PCC, CaO, $CaCO_3$, CO_2
	▪ Transporte da polpa de celulose ao moinho de produção de papel
	▪ Transporte dos químicos
	▪ Produção dos combustíveis
	▪ Produção de energia
Distribuição	▪ Transporte das resmas
Disposição final	▪ Aterro sanitário
	▪ Incineração
	▪ Transporte das aparas
Reciclagem	▪ Transporte das aparas
	▪ Transporte dos químicos
	▪ NaOH, H_2SO_4, $NaClO_3$, H_2O_2
	▪ Produção dos combustíveis
	▪ Produção de energia

Como exemplo de ACV qualitativa, pode-se citar a Roda Estratégica de Ecodesign, que analisa os aspectos ambientais nas várias etapas de projeto de um produto ou serviço, conforme a Figura 5. Para cada tópico é atribuída uma nota, conforme o desempenho ambiental. O ponto negativo desta metodologia é que a atribuição de notas muitas vezes é relativa, passando por critérios pessoais, e não por critérios técnicos. Por exemplo, na análise de Moysés et al., (2019), é atribuída pontuação máxima ao papel empregado no miolo da revista analisada, pois ele possui certificação FSC. Mas não seria melhor ambientalmente se ela empregasse papel reciclado? Qual a melhor opção ambientalmente? Essa resposta somente uma ACV quantitativa nos daria. O ponto positivo é que o resultado é visual, com a geração de gráfico circular, que facilita a visualização da etapa do ciclo de vida em que o impacto ambiental é crítico (AN HEMEL e BREZET, 1997 e VAN HEMEL, 1998 apud MOYSÉS et. al., 2019).



Figura 5 Esquema ilustrativo da Roda estratégica de Design.

Na área das engenharias e gestão ambiental, a ferramenta quantitativa mais utilizada é a ACV, devido à sua precisão e confiabilidade (DIAS et al., 2007, LOPES et al., 2003, MOISÉS et al., 2019, SILVA et al., 2015). A forma quantitativa de AVC se dá necessariamente através de software específico, devido à quantidade e complexidade de dados envolvidos. O resultado possui alta confiabilidade, por isso foi escolhida como ferramenta de análise neste trabalho.

3.2.2 Papéis analisados

A seguir, os principais papéis consumidos nas gráficas rápidas de Londrina serão brevemente descritos.

O papel offset, ou **sulfite** é oriundo de polpa química que utilizamos no dia a dia, que passa pelo processo de branqueamento e que não apresenta revestimentos, películas plásticas ou outros enobrecimentos em seu estado original.

O papel **reciclado** pode ser 100% ou parcialmente reciclado. Na porção de fibras recicladas, pode haver diferentes proporções de aparas pré e pós consumo. Ele é ecologicamente mais interessante que o papel comum, pois existe o reaproveitamento das fibras de outros papéis, o que anula a necessidade da extração da fibra vegetal e poupa os recursos hídricos e energéticos geralmente utilizados durante essa fase. Tais fatos podem ser visualizados na Tabela 3, onde as células em verde ilustram as etapas desnecessária para a produção de papel reciclado (que não utiliza polpa de celulose virgem em sua composição). De acordo com o padrão brasileiro estabelecido pela norma ABNT NBR 15755 (2009), papel reciclado deve conter, pelo menos, 25% de papel reciclado pós consumo e um máximo de 50% de fibras virgens. Este tipo de papel geralmente tem uma cor característica, que é o resultado de uma mistura de fibras virgens e tipos diferentes de tintas oriundas de papéis usados. As vantagens ambientais para cada tonelada de fibras recicladas produzidas em comparação às fibras virgens são: redução de 27% de energia consumida; redução de 47% de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), a produção de águas residuais teve redução de 33% e 54% de redução de resíduo sólido. No tocante à questão social, é gerado renda para as cooperativas de catadores e recicladores. Atualmente essa tipologia de papel possui grande demanda de mercado, e é aplicado em miolos de livros, revistas, material promocional (folders, panfletos, correspondência), convites, papelaria em geral, correspondências bancárias, agendas, calendários, sacolas, entre outros) (ABNT, 2009, LOPES, 2016).

Papel **couché** é o papel com revestimento em um ou ambos os lados, de carbono de cálcio, caulim, látex e outros aditivos, que gera aspecto brilhante e lisura. Esse papel absorve pouca tinta, fato que deixa a impressão mais vibrante do que o papel comum, além de ser mais resistente. Entretanto, este papel possui o grande revés ambiental devido à sua dificuldade para reciclar, já que para isso é necessário retirar as camadas adicionadas ao papel. Quanto à questão ambiental, além dos químicos envolvidos, existe a dificuldade para a reciclagem (SILVA et al., 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente serão apresentados os frutos da pesquisa de campo. Para facilitar a visualização e a análise, os resultados das entrevistas foram organizados na Tabela 3 e representados visualmente no Gráfico 1.

É evidente a popularidade do couché, pois é o único tipo de papel presente em todos os estabelecimentos (10 ocorrências). Seguidamente está o papel sulfite (algumas vezes chamado de "sulfitão", conforme a gramatura, e de opalina) (9 ocorrências) e o reciclado (5 ocorrências). Outros papéis com enobrecimentos também estão presentes, porém em menor quantidade, assim com o papel kraft.

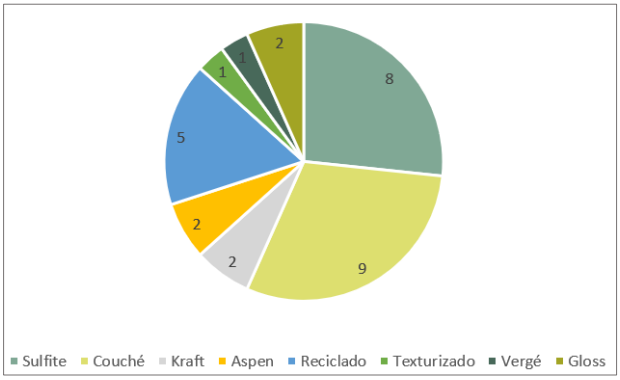


Gráfico 1 Representação gráfica das porcentagens dos papéis empregados em gráficas rápidas.

Para ilustrar o nível de envolvimento do designer nesta pesquisa, foi elaborado fluxograma do trabalho desenvolvido com os atores (Figura 6). O designer atuou não somente como um agente a serviço da harmonia estética, mas como um gestor de problemas.

Tabela 3 Presença dos diversos tipos de papéis nas gráficas.

Tipos de papel / Gráficas	Sulfite	Couché	Kraft	Aspen	Reciclado	Texturizado	Vergé	Gloss
Aquarela Planet								
MC Cópias								
Mac Print								
Nova Supri								
Imprima Plus								
Birô Gráfica Digital								
Copypell								
Gráfica UEL								
Fattorprint								
Total	8	9	2	2	5	1	1	2

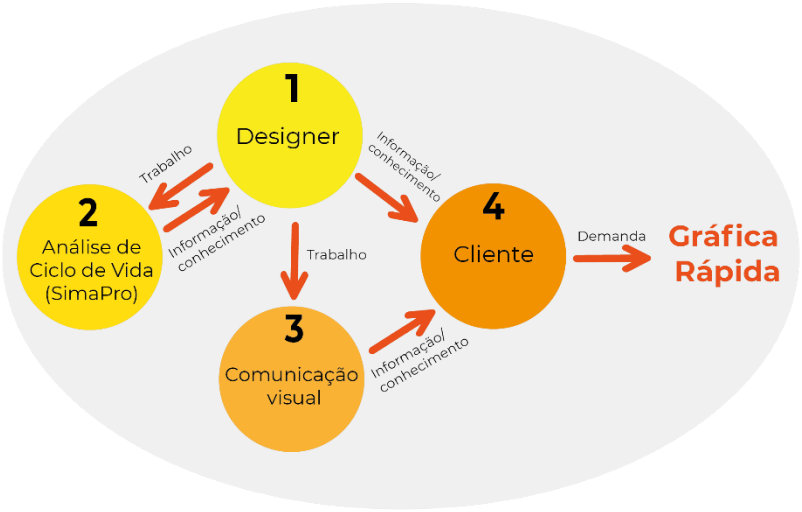


Figura 6 Fluxograma de trabalho

Nesse contexto, o designer enxergou a oportunidade de gerar dados científicos e traduzi-los para os consumidores das gráficas rápidas.

Considerando que o papel é o substrato mais popular na produção gráfica e um dos mais poluentes, com o auxílio do software de ACV SimaPro, foi realizada análise para gerar dados de impacto ambiental a respeito dos principais papéis empregados em gráficas rápidas de Londrina/PR com o objetivo de comparar seus desempenhos ambientais.

O software gerou diversos gráficos, sendo que para este trabalho foram selecionados os seguintes parâmetros: impactos à saúde humana, à qualidade do ecossistema, o consumo de recursos, GWP e potencial de destruição da camada de ozônio (Gráfico 2).

O critério saúde humana pondera doenças ou anos perdidos por falecimento prematuro consequente dos impactos gerados ao meio: mudanças climáticas, diminuição da camada de ozônio, efeitos carcinogênicos, alterações na respiração e radiação nuclear (ou ionização). A qualidade do ecossistema considera alterações na biodiversidade como ecotoxidade, acidificação, eutrofização e uso da terra.

O método GWP, ou *Global Warming Protection* é a principal métrica adotada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança no Clima (IPCC), que objetiva analisar quantitativamente o efeito dos gases no aquecimento do planeta. O GWP expressa a quantidade de gases de efeito estufa liberados num período de tempo, sempre tendo como referência 1kg de CO^2. Em outras palavras, o GWP mostra quanto determinada substância aquecerá a terra em um espaço de tempo estabelecido. Para este trabalho foi definido o período de 100 anos, padrão escolhido pelo protocolo de Kyoto (LOPES et al., 2003, LOPES, 2016, SILVA et al., 2015).

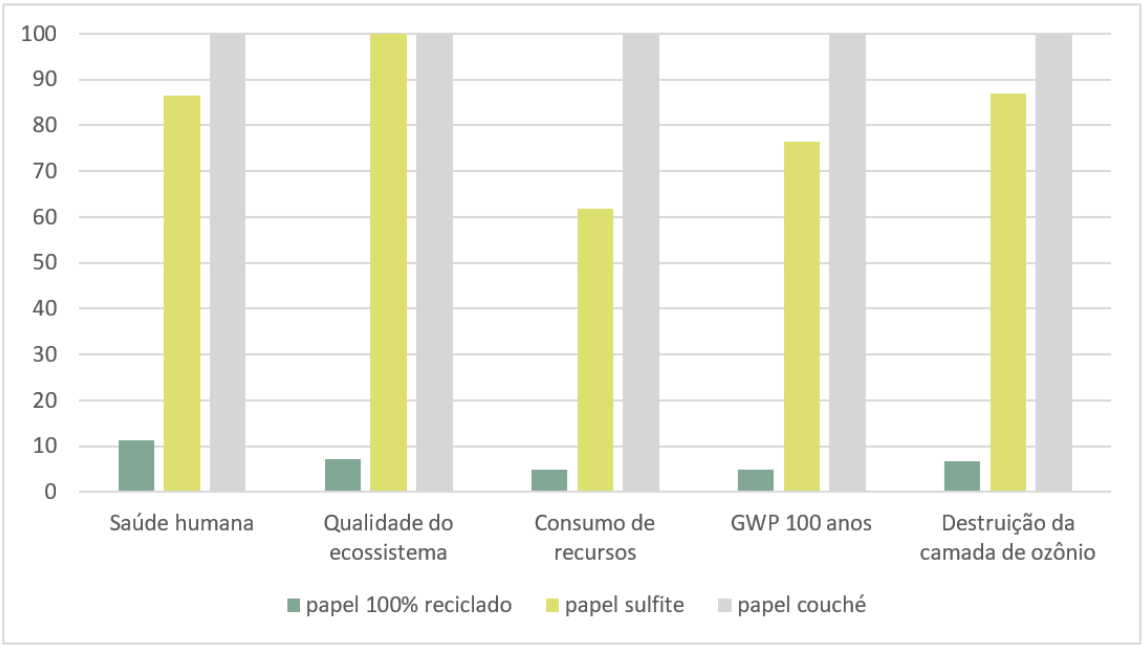


Gráfico 2 Representação gráfica das porcentagens dos papéis empregados em gráficas rápidas.

O programa determina uma escala de 0 a 100, para facilitar a comparação ambiental (neste caso entre 1kg dos três tipos de papéis), sendo que aquele que mais gera impacto, independente do parâmetro de análise, é alinhado à escala 100, e os outros proporcionamente nas outras posições, comforme as performances de impacto.

No critério que avalia o impacto do processamento dos diferentes papéis na saúde humana, o papel reciclado deve 11,25 pontos, o sulfite, 86,5, e o couché, 100.

É evidente tanto neste quanto nos outros critérios avaliados, a diferença de performance entre o papel reciclado e o couché.

Resultado similar foi encontrado no critério de qualidade do ecossistema, entretanto o sulfite alcançou 100 pontos, mostrando seu potencial no ambiente similar ao papel couché.

No item sobre o consumo de recursos, é evidente o desempenho do papel reciclado, já que não demanda de recursos virgens. A diferença de performance entre os outros dois papéis se dá pela camada adicional de químicos que o papel couché recebe para adquirir suas características finais.

Os dois últimos critérios possuem a mesma causa, que é a emissão de gases específicos com potencial de poluição.

Em todos os itens analisados o papel reciclado obteve menor índice, com média em torno de 7 pontos, enquanto que o couché obteve pontuação máxima (100) em todos os critérios analisados. Já o sulfite oscilou bastante, mas sempre com pontuação alta, obtendo média de 82 pontos.

A literatura consultada que realizou ACV em papéis obteve resultados individuais para determinados papéis, entretanto não comparativos. Silva et al., (2015), Lopes et al., (2003) e Dias et al., (2007) realizaram a análise do papel offset, devido à sua popularidade.

A partir desse estudo e dos resultados obtidos com a pesquisa a respeito do papel, foi produzido um cartaz educativo (Figura 7), cujo o foco é orientar clientes e funcionários de gráficas rápidas, a escolher melhor o papel utilizado na impressão de materiais gráficos.

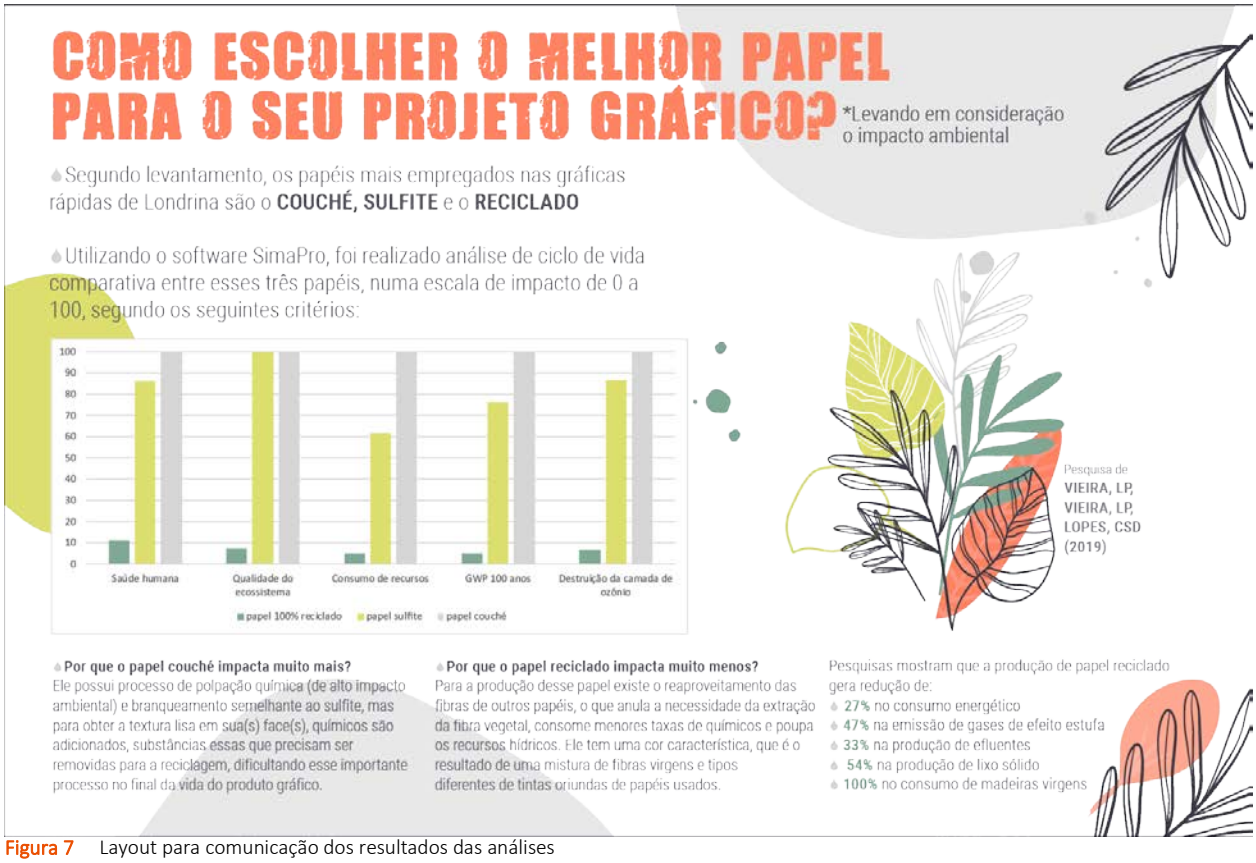


Figura 7 Layout para comunicação dos resultados das análises

A arte foi projetada para comunicar de modo claro e direto e em linguagem acessível os principais resultados das análises, tentando evitar a estética dos pôsteres de comunicação científica. Assim criou-se com um cartaz esteticamente agradável, para atrair o olhar dos clientes das gráficas rápidas. O layout possui grid de 6 colunas, para possibilitar maiores possibilidades na diagramação. A tipografia de título remete ao letterpress, e se chama Madrid Grunge, já para o texto corrido foi selecionada a família Roboto, com variações de pesos para a hierarquia dos entretítulos. Alguns elementos remetendo à flora foi inserido para comunicar de imediato o apelo ambiental do projeto.

A produção gráfica deste cartaz será coerente com o *check-list* elaborado no guia de Ecodesign Gráfico na tese de Lopes (2016). Assim, ele será impresso, no formato 53 x 36cm, impressora digital (a que gera menor impacto ambiental), papel reciclado de 240g de gramatura e sem fundo para consumir menos tinta e mostrar a textura do papel reciclado. A alta gramatura se justifica pois não será um informe efêmero, mas sim um material duradouro.

Para muitas pessoas a práxis do designer se resume à realização desta última tarefa: traduzir informações em layouts bonitos. Aqui este foi o fechamento de um trabalho maior.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A taxa de consumo de papel nos dias atuais é elevada, contradizendo as promessas de fim dos impressos com a chegada da era digital. Assim, é importante a investigação científica para gerar e disponibilizar dados relativo aos desempenhos ambientais de suas principais tipologias. Utilizar o papel de menor impacto ambiental não torna o produto gráfico ecológico, mas certamente diminui seu impacto no início de seu ciclo de vida - na fabricação da matéria-prima.

O acesso da população em geral aos impressos se dá através das gráficas rápidas com suas impressoras digitais. Assim analisou-se comparativamente os três principais tipos de papéis conforme cinco critérios ambientais disponíveis no software SimaPro: saúde humana, qualidade do ecossistema, consumo de recursos, GWP 100 anos e destruição da camada de ozônio. Os resultados nos mostraram que entre 3 papéis

analisados, o couché possui pior desempenho, e o papel reciclado, melhor, com ampla diferença entre os dois, corroborando com a fundamentação teórica.

Observando-se o comportamento dos clientes das gráficas rápidas, é notório que muitos deles não possuem definição de papel ao procurarem a gráfica para executar um serviço. Portanto é de grande valia ambiental a sugestão do papel de menor impacto, que também imprime interessante estética ao projeto impresso, pois além da textura típica, possui coloração bege que diminui o contraste entre o preto da letra e a cor do papel quando comparado com o sulfite e o papel couché.

O papel couché é muito popular, tendo em vista que é a única tipologia de papel presente em todas em gráficas rápidas entrevistadas. Para a grande maioria das pessoas ele (ainda) expressa acabamento e nobreza. Entretanto ele é o substrato com o pior desempenho ambiental, dentre os três analisados.

A disseminação destes resultados, com sólida base técnica, ajudará na mudança de paradigmas a caminho de um padrão estético de papel que se enquadra no escopo do "novo luxo", tendência que trata, entre outras temáticas, da sustentabilidade ambiental. Vislumbrando novos cenários em um futuro próximo, é preciso estimular o uso de papéis alternativos de menor impacto, inclusive aqueles de iniciativa artesanal, por exemplo, o papel bíblia e o papel semente, por exemplo.

Em termos da atuação do designer, este trabalho mostrou o profissional tanto em sua práxis tradicional de comunicador visual, quanto como pesquisador e gestor de conteúdo na busca de solucionar problemas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas técnicas. NBR 15755 - Papel e cartão reciclados - Conteúdo de fibras recicladas - Especificação. São Paulo, 2009.
2. BUCHANAN R. Design Research and the New Learning. Design Issues, 17:4, pp 3-23, 2001.
3. BUCHANAN R. Wicked Problems in Design Thinking. Design Issues, 8:2, pp 5-21, 1992.
4. DIAS, AC , ARROJA, L, CAPELA, I. Life cycle assessment of printing and writing paper produced in Portugal. Int. J. Life Cycle Assess., 12:7, pp 521-528, 2007.DOI: dx.doi.org/10.1065/lca2006.08.266
5. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Environmental impact assessment and environmental auditing in the pulp and paper industry. FAO Forestry Paper, 129, 1996.
6. FUAD-LUKE, A. Manual de diseño ecológico. Cartago, Palma de Mallorca, Espanha, 2002.
7. GIL, AC. Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas, São Paulo, SP, 1999.
8. GOMES, NS, JÚNIOR, EFC. O conhecimento e o ponto de vista de 52 empresas brasileiras a respeito da rotulagem ambiental de produtos. Design e Tecnologia, *7*:13, pp 78-87, 2017. DOI: dx.doi.org/10.23972/det2017iss13pp78-87
9. KAKAZU, D. Análise do Ciclo de Vida: uma Ferramenta para Calcular Impactos Ambientais. Revista Pará mais. 2016.
10. LOPES, CSD. Ecodesign gráfico: teoria e prática. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.
11. LOPES, E, DIAS, A, ARROJA, L, CAPELA, I, PEREIRA, F. Application of life cycle assessment to the portuguese pulp and paper industry. Journal of Cleaner Production, 11:1, pp 51-59, 2003. DOI: doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00005-7
12. MANZINI, E, VEZZOLI , C. O desenvolvimento de produtos sustentáveis. Edusp, São Paulo, SP, 2008.
13. MOYSÉS, MM., MENDONÇA, RMLO; FILHO, ER, Roda Estratégica do Ecodesign aplicada a um produto gráfico impresso: análise do ciclo de vida da revista Marimbondo. Design e Tecnologia, 9:17, pp 64 - 71, 2019. DOI: doi.org/10.23972/det2019iss17pp64-71
14. PIRRALHO, M, FLORES, D, SOUSA, VB, QUILHÓ, T, KNAPIC, S, PEREIRA, H. Evaluation on paper making potential of nine Eucalyptus species based on wood anatomical features. Industrial Crops and Products. 54, pp 327-334, 2014. DOI: doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.01.040
15. ROGERS, JG. Paper making in a low carbon economy. AIMS Energy. 6:1, pp 187-202, 2018. DOI: doi.org/10.3934/energy.2018.1.187
16. SALVADOR, R, BARROS, MV, ANDRADE, FG, PIEKARSKY, CM, FRANCISCO, AC. Determinação de uma equação para pegada de carbono de um sistema de transporte de cargas por meio da identificação dos fatores de influência e simulação. Revista Stricto Sensu, 3:1, 2018. DOI: dx.doi.org/10.24222/2525-3395.2018v3n1p006.
17. SAMPAIO, CP, FERROLI, PCM, SANTOS, A, CHAVES, LL, ENGLER, RC, LEPRE, PR, LIBRELOTTO, LI LOPES, CSD, MARTINS, SB NUNES, VGA TREIN, FA Design para a Sustentabilidade: Dimensão Ambiental. Insight, Curitiba, PR, 2018.
18. SILVA, DAL, PAVAN, ALR, OLIVEIRA, JA, OMETTO AR. Life cycle assessment of offset paper production in Brazil: hotspots and cleaner production alternatives. Journal of Cleaner Production. 93, pp 222-233, 2015. DOI: doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.030
19. SITHOLE, BB. Pulp and paper. Analytical Chemistry. 67:12, pp. 87-95, 1995. DOI: doi.org/10.1021/ac00108a006