



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE (PRODEMA)
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE (MDMA)

JOSÉLIA OLIVEIRA CARRIAS

**NÍVEIS DE MATURIDADE AMBIENTAL EM INDÚSTRIAS DE TINTAS
IMOBILIÁRIAS**

TERESINA
2021

JOSÉLIA OLIVEIRA CARRIAS

**NÍVEIS DE MATURIDADE AMBIENTAL EM INDÚSTRIAS DE TINTAS
IMOBILIÁRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA da Universidade Federal do Piauí como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Elaine Aparecida da Silva.

TERESINA
2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

C316n Carrias, Josélia Oliveira.
Níveis de maturidade ambiental em indústrias de tintas
imobiliárias / Josélia Oliveira Carrias. – 2021.
97 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente,
Teresina, 2021.
“Orientadora: Profa. Dra. Elaine Aparecida da Silva”

1. Construção civil. 2. Gestão ambiental empresarial. 3. Impactos
ambientais potenciais. 4. Ciclo de vida de processos. 5. Tintas.
6. ABNT ISO 14072. I. Silva, Elaine Aparecida da. II. Título.

CDD 574.52

JOSÉLIA OLIVEIRA CARRIAS

**NÍVEIS DE MATURIDADE AMBIENTAL EM INDÚSTRIAS DE TINTAS
IMOBILIÁRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA da Universidade Federal do Piauí como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Elaine Aparecida da Silva.

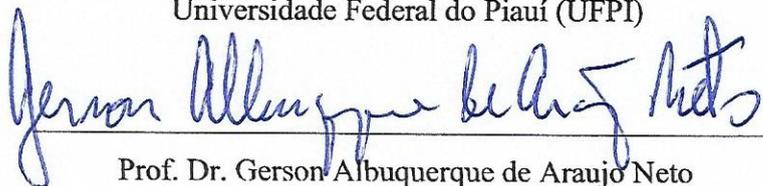
Aprovada em: 05/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Elaine Aparecida da Silva (Orientador)

Universidade Federal do Piauí (UFPI)



Prof. Dr. Gerson Albuquerque de Araujo Neto

Universidade Federal do Piauí (UFPI)



Prof. Dr. Mauro César de Brito Sousa

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

AGRADECIMENTOS

Quero dividir esta conquista com as diversas pessoas que fazem parte da minha vida e outras que tive a oportunidade de conhecer ao longo do mestrado, amigos, familiares e professores.

Em especial quero agradecer:

A Deus, pela vida e por sua graça constante em minha vida.

À minha orientadora, Profa. Dra. Elaine Aparecida da Silva, pelo incentivo, apoio, confiança, paciência e por sempre acreditar em mim.

À minha mãe Jesus e ao meu pai José, por sempre acreditarem no meu potencial e sempre investirem na minha educação e no meu aprendizado. Agradeço pelos conselhos e orações e por sempre me incentivarem nos dias mais difíceis.

Ao meu irmão José Filho, pelo incentivo, exemplo de liberdade e descontração.

Ao meu companheiro João Paulo, pelo apoio, companheirismo e paciência, que foram de fundamental importância para o andamento da dissertação.

Ao funcionários e proprietários das empresas visitadas para o fornecimento das informações, que foram essenciais para este trabalho.

Muito obrigada a todos.

RESUMO

A construção civil, como uma indústria de emissões intensivas, deve buscar inovações para alcançar uma maior conservação dos recursos naturais. Dentre os materiais utilizados nesse setor as tintas têm a função de colorir, proteger e embelezar. No entanto, é uma atividade que causa diversos impactos ambientais. Esse setor pode se beneficiar com os princípios da Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional (ACVO) na identificação dos processos, das atividades e das etapas do ciclo de vida de produtos e de serviços que tenham oportunidade de se tornarem mais sustentáveis ambientalmente. Nesse estudo, foi realizada uma visita em uma fábrica de tintas localizada no município de Demerval Lobão-PI, que contribuiu para o conhecimento das atividades do setor, mais especificadamente: matérias-primas, processo produtivo, produtos, consumo de água e energia. Inicialmente, caracterizou-se esse segmento através da literatura científica e documentos ligados ao setor de tintas. Também foram analisados os conteúdos divulgados pelos fabricantes de tintas imobiliárias a fim de identificar se o que é fornecido pelos fabricantes em suas plataformas digitais é suficiente para verificar a maturidade ambiental e elaborar uma ACVO. Foram identificadas quarenta e nove empresas, em que se constatou que cerca de 10% delas estão no último nível (estágio mais avançado) de maturidade ambiental. Para identificar os subsídios para a elaboração de uma ACVO foram investigados os instrumentos ou práticas já adotadas pelas organizações brasileiras. Para isso, foram analisados os documentos disponíveis nos sites das fabricantes de tintas, tais como: Ficha de Informações de Produtos Químicos (FISPQ), relatórios de sustentabilidade/sustentabilidade socioambiental, relatórios relacionados ao Sistema de Gestão Ambiental e licenças ambientais. Através disso foram possíveis encontrar subsídios, tais como: informações sobre equipamentos com suas respectivas potências, matérias-primas, efluentes líquidos e resíduos sólidos. No entanto, constatou-se também que a ACVO, assim como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e as demais ferramentas do ciclo de vida, demandam dados mais específicos do que é possível resgatar nos documentos identificados. Desse modo, confiabilidade, exatidão e uma razoável cobertura temporal são elementos indispensáveis que só são possíveis conhecer quando há uma receptividade da organização no fornecimento de dados, assim como experiência do executor da ferramenta na mineração, organização e interpretação dos resultados.

Palavras-chave: construção civil, gestão ambiental empresarial, impactos ambientais potenciais, ciclo de vida de processos, tintas, ABNT ISO 14072.

ABSTRACT

Civil construction, as an intensive emissions industry, must seek innovations to achieve greater conservation of natural resources. Among the materials used in this sector, paints have the function of coloring, protecting and beautifying. However, it is an activity that causes several environmental impacts. This sector can benefit from the principles of the Organizational Life Cycle Assessment (O-LCA) in identifying the processes, activities and life cycle stages of products and services that have the opportunity to become more environmentally sustainable. In this study, a visit was made to a paint factory located in the municipality of Demerval Lobão-PI, which contributed to the knowledge of the sector's activities, more specifically: raw materials, production process, products, water and energy consumption. Initially, this segment was characterized through scientific literature and documents related to the paint sector. The contents disclosed by the manufacturers of real estate paints were also analyzed in order to identify whether what is provided by the manufacturers on their digital platforms is sufficient to verify the environmental maturity and to elaborate an O-LCA. Forty-nine companies were identified, in which it was found that about 10% of them are at the last level (most advanced stage) of environmental maturity. In order to identify the subsidies for the elaboration of an O-LCA, the instruments or practices already adopted by the Brazilian organizations were investigated. For this, the documents available on the paint manufacturers' websites were analyzed, such as: Chemicals information sheet (MSDS), sustainability / socio-environmental reports, reports related to the Environmental Management System and environmental licenses. Through this it was possible to find subsidies, such as: information on equipment with its respective powers, raw materials, liquid effluents and solid waste. However, it was also found that O-LCA, as well as Life Cycle Assessment (LCA) and the other life cycle tools, demand more specific data than is possible to retrieve in the identified documents. Thus, reliability, accuracy and reasonable time coverage are indispensable elements that can only be known when there is an organization's receptivity in providing data, as well as the tool's experience in mining, organizing and interpreting the results.

Keywords: civil construction, business environmental management, potential environmental impacts, life cycle of processes, paints, ABNT ISO 14072.

LISTA DE FIGURAS

RESULTADOS

Figura 1 – Fluxograma da produção da tinta base solvente	33
Figura 2 – Fluxograma da produção da tinta base água	33
Figura 3 – Pigmentação da tinta	36
Figura 4 – Envase da tinta	36

NÍVEL DE MATURIDADE AMBIENTAL DE INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE TINTAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Figura 1 – Níveis de maturidade ambiental	45
Figura 2 – Fluxograma da produção da tinta base água	49

SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ORGANIZACIONAL EM INDÚSTRIAS DE TINTAS IMOBILIÁRIAS

Figura 1 – Caminhos para a implementação da Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional.	59
--	----

LISTA DE TABELAS

RESULTADOS

Tabela 1 – Composição e informações da tinta Vercryl Acrílico Premium Semi Brilho Pérola	37
--	----

SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ORGANIZACIONAL EM INDÚSTRIAS DE TINTAS IMOBILIÁRIAS

Tabela 1 – Informações e componentes da tinta à base água.....	67
Tabela 2 – Equipamentos e respectivas potências utilizados na produção de tintas à base de solvente, água e massa para construção.....	68
Tabela 3 – Matérias-primas utilizadas em uma indústria de tintas.....	69

LISTA DE QUADROS

REFERENCIAL TEÓRICO

Quadro 1 – Trabalho sobre Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional recuperados na Web of Science em junho de 2020.....	21
Quadro 2 – Poluentes e efeitos adversos de componentes das tintas	27

RESULTADOS

Quadro 3 – Produtos Verbras	30
-----------------------------------	----

SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ORGANIZACIONAL EM INDÚSTRIAS DE TINTAS IMOBILIÁRIAS

Quadro 1 – Contexto da organização.....	64
Quadro 2 – Liderança.....	64
Quadro 3 – Planejamento.....	65
Quadro 4 – Recursos.....	65
Quadro 5 – Operação.....	65
Quadro 6 – Avaliação de desempenho.....	66
Quadro 7 – Melhorias.....	66
Quadro 8 – Normativos legais aplicáveis às indústrias de tintas localizadas no Brasil.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAFATI	Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas
ACGIH	<i>American Conference of Industrial Hygienists</i>
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ACVCO ₂	Avaliação do Ciclo de Vida de Emissões de CO ₂
ACVO	Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional
ACV-S	Avaliação do Ciclo de Vida Social
ASCV	Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida
CAS	<i>Chemical Abstract Service</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CCV	Custeio do Ciclo de Vida
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FISPQ	Fichas de Informação de Segurança de Produto Químico
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
NIOSH	<i>National Institute of Occupational Safety and Health</i>
NR	Norma Regulamentadora
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PVC	Policloreto de Vinila
PSQ	Programa Setorial de Qualidade
SETAP	<i>Society of Environmental Toxicology and Chemistry</i>
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGQ	Sistemas de Gestão de Qualidade
UNEP	<i>United Nations Environment Program</i>
VOCs	<i>Volatile Organic Compounds</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Sustentabilidade ambiental na construção civil.....	15
2.2	Abordagens de Avaliação do Ciclo de Vida	17
2.3	Impactos ambientais do setor de tintas imobiliárias	24
3	METODOLOGIA.....	29
4	RESULTADOS	30
4.1	Caracterização da fábrica.....	30
4.2	Caracterização das atividades desenvolvidas pela indústria	30
4.3	Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico	36
4.4	Aspectos relacionados à segurança do trabalho	41
4.5	Considerações sobre a visita à Verbras	42
5	NÍVEL DE MATURIDADE AMBIENTAL DE INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE TINTAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL	43
5.1	Introdução	43
5.2	Metodologia	45
5.3	Resultados.....	46
5.3.1	Nível de maturidade.....	46
5.3.2	Elaboração da Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional.....	50
5.4	Conclusão.....	51
	REFERÊNCIAS.....	53
6	SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ORGANIZACIONAL EM INDÚSTRIAS DE TINTAS IMOBILIÁRIAS	55
6.1	Introdução	55
6.2	A Avaliação do Ciclo de Vida e Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional	58
6.3	Estudos de ACV e ACVO no setor de tintas imobiliárias.....	60
6.4	Metodologia	63
6.5	Resultados e discussão.....	66
6.5.1	Informações sobre as empresas	66
6.5.2	Entradas e saídas nas indústrias de tintas	67
6.5.3	Empresas que possuem ISO 14001 e divulgam as informações em relatórios.....	71
6.5.4	Licenças ambientais.....	78
6.5.5	Aspectos relacionados com a ACVO	84
6.6	Conclusão.....	86
	REFERÊNCIAS.....	88
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
	REFERÊNCIAS.....	94

1 INTRODUÇÃO

A expansão urbana e o investimento em infraestrutura continuarão crescendo independente do cenário econômico que apenas lhe dita o ritmo e, aliado a isso, a proteção ambiental tornou-se uma preocupação. A mudança de valores na sociedade motiva os governos a estabelecerem iniciativas que visam a proteção dos recursos naturais. A construção civil, como uma indústria de emissões intensivas, deve buscar inovações para alcançar uma maior conservação dos recursos naturais (LIU *et al.*, 2019).

Muitas organizações têm se concentrado em aumentar a produtividade e a lucratividade com base na qualidade e nos custos de produção. Contudo, essas empresas enfrentam uma legislação ambiental rigorosa, multas e pressões governamentais. Para superar esses desafios, as empresas precisam melhorar o desempenho ambiental, por exemplo, através da adoção de ferramentas como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e o gerenciamento de projetos (REIZGEVIČIUS *et al.*, 2018; RACHED; ROVAI; LIBERAL, 2018). A escolha do método a ser utilizado depende dos objetos do trabalho, bem como do ambiente em que a avaliação será aplicada, a fim de que os resultados sejam eficientes no sentido de mitigar os impactos ambientais.

O setor da construção civil pode se beneficiar com a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional (ACVO) na identificação dos processos, das atividades e das etapas do ciclo de vida de produtos e de serviços, com uma maior contribuição para os impactos ambientais (MANZARDO, 2018). Nesse sentido, a ACVO é um método cuja finalidade é fornecer informações de como reduzir os impactos de produtos e de organizações sob uma perspectiva global (MARTÍNEZ-BLANCO *et al.*, 2015).

As tintas imobiliárias são uma parte essencial do setor da construção civil. Nesse aspecto, o Brasil é o quinto maior mercado mundial de tintas e considerando que no país a indústria de tintas oferece ao mercado produtos de ponta para todos os tipos de aplicações, como para equipamentos de metal e embalagens de alimentos e de bebidas. Esse setor também é de grande importância para investimentos na sustentabilidade ambiental (PAINT&PINTURA, 2020a).

O setor de tintas tem uma notoriedade expressiva no desenvolvimento econômico do país, pois o seguimento tem demandado inovações, avanços nos parques industriais e oferecido produtos diferenciados resultantes de pesquisas no setor. Vale destacar, a tendência global por produtos inteligentes, multifuncionais e ecológicos. Outras exigências do consumidor são quanto à sustentabilidade dos produtos, ou seja, resinas e emulsões duráveis e livres de

Compostos Orgânicos Voláteis (*Volatile Organic Compounds*) (VOCs) e alquilfenóis (APEO) (PAINT&PINTURA, 2020a).

Os produtos utilizados na fabricação de tintas emitem VOCs que contribuem para a poluição atmosférica, reduzem a qualidade do ar no interior das edificações, prejudicando a saúde dos usuários e afetam a saúde do trabalhador durante a fase de construção e de utilização da tinta (UEMOTO; IKEMATSU; AGOPYAN, 2006; MERTEN *et al.*, 2016). Apesar disso, preocupações ambientais, relativas à saúde e qualidade do ar, estão em ascensão em vários países da América Latina, como revelam iniciativas para construções sustentáveis, tais como *Green Building Council* e o processo Aqua (PAINT&PINTURA, 2020b).

Além dessas iniciativas, no Brasil, existem dispositivos legais que ajudam a controlar os impactos ambientais ocasionados por indústrias, como a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Em outros países, como EUA, Canadá e da União Europeia, as agências de proteção ambiental já impuseram restrições quanto ao volume máximo de VOCs como uma estratégia para prevenir o impacto ambiental (UEMOTO; IKEMATSU; AGOPYAN, 2006; MERTEN *et al.*, 2016).

Nesse trabalho será realizado um estudo sobre os níveis de maturidade ambiental de indústrias de tintas imobiliárias. Os objetivos específicos são: conhecer de forma global uma fábrica de tintas localizada no estado do Piauí; verificar se as empresas de tintas pesquisadas atendem os requisitos legais associados ao licenciamento ambiental; identificar quais empresas possuem certificação relacionada à qualidade (ABNT NBR ISO 9001 e Certificação Tintas de Qualidade) e à sustentabilidade ambiental (ABNT NBR ISO 14001 e *Coatings Care*); classificar as indústrias pesquisadas, em diferentes estágios de maturidade ambiental, com base nas informações obtidas sobre qualidade e meio ambiente; identificar os subsídios para a elaboração de uma ACVO das indústrias pesquisadas.

Esse trabalho está dividido em cinco seções: na introdução é feita uma abordagem sobre os impactos ambientais associados ao setor de tintas e são apresentados os objetivos da pesquisa. A segunda seção é composta pelo referencial teórico em que é apresentada a fundamentação, com base na literatura científica, dos tópicos: sustentabilidade ambiental na construção civil; abordagens da Avaliação do Ciclo de Vida e os impactos ambientais do setor de tintas. A terceira seção contempla a metodologia utilizada para a obtenção dos resultados. A quarta seção (Resultados) é dividida em três partes - a primeira é referente à visita realizada na fábrica de tintas Verbras, em que foi possível conhecer o processo de fabricação, as matérias-primas utilizadas e os aspectos relacionados à segurança no trabalho; a segunda aborda sobre o primeiro artigo, publicado nos Anais do VII Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de

Vida, que trata dos níveis de maturidade ambiental das empresas de tintas brasileiras e na terceira parte, é apresentado o artigo sobre os subsídios da Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional, que teve como objetivo identificar subsídios para a elaboração da ACVO por meio de instrumentos ou práticas já adotadas pelas organizações brasileiras. Por último, são apresentadas as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, será apresentada a fundamentação teórica do trabalho abordando a sustentabilidade ambiental, abordagens da Avaliação do Ciclo de Vida e impactos ambientais do setor de tintas imobiliárias.

2.1 Sustentabilidade ambiental na construção civil

Segundo relatório do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), 19% dos lançamentos de energia no Brasil, em 2019, estão associadas à indústria. As atividades fabris representam o segundo maior consumo de combustíveis fósseis no Brasil, atrás apenas do consumo pelos transportes. A siderurgia (produção de ferro-gusa e aço), a produção de cimento e o setor químico são os segmentos que mais contribuem para as emissões, representando 57% das emissões em 2019 (SEEG, 2020).

Apesar dos danos que a indústria da construção civil provoca, esse setor é importante em diversos aspectos, seja econômico, ambiental ou social. Os investimentos em obras impulsionam áreas para desenvolvimento urbano. A construção de moradias reduz o déficit habitacional, a ampliação no saneamento básico melhora as condições de saúde da população e a expansão da mobilidade traz praticidade, melhorando a qualidade de vida.

Samani *et al.* (2015) revelam que, na economia mundial, a indústria da construção desempenha um papel fundamental. Este setor representa 25% da produção industrial europeia e estima-se que representará 14,6% do Produto Interno Bruto (PIB) global em 2020. De acordo com a Câmara Brasileira da Construção Civil (CBCI) (2019), se todo o setor da construção civil crescesse como um todo, certamente a recuperação da economia nacional seria acelerado, pois em todas as comparações realizadas pela CBIC mostraram que o PIB nacional apresenta avanços quando o setor da construção civil cresce, além do mais a construção representa mais de 50% dos investimentos do Brasil.

Neppach, Nunes e Schebek (2017) afirmam que economia, meio ambiente e responsabilidade social são os pilares básicos da sustentabilidade. O foco na economia desempenha um papel dominante no setor da construção. No entanto, as empresas de construção são influenciadas pelas mudanças na sociedade em termos de questões ambientais. Por exemplo, em sites de grandes construtoras é anunciada a integração de sustentabilidade e consciência ambiental na estrutura corporativa. Isso é demonstrado através do sistema de gestão ambiental, certificações e outras medidas.

Como exemplo de empresas brasileiras que têm anunciado essa integração da sustentabilidade e consciência ambiental em seus sites, pode-se mencionar, a Concremat Engenharia e Tecnologia¹ e a Método Engenharia. Dentre as iniciativas da Concremat Engenharia e tecnologia estão a redução da emissão de gases do efeito estufa, com a iniciativa de reduzir as viagens terrestres e aéreas, através de reuniões presenciais substituídas por videoconferências, redução da geração de resíduos em que substâncias como xilitol e enxofre têm seu uso sistematicamente reduzidos, buscando alternativas sustentáveis para sua utilização. A Método Engenharia possui certificação ISO 14001, ISO 9001 e informam que adotam medidas sustentáveis em cada projeto realizado. No entanto, essa empresa não divulga através do site o relatório anual sobre suas práticas.

Com a finalidade de reduzir os impactos ambientais nesse setor e identificar oportunidades de melhoria para soluções mais sustentáveis, existe a necessidade de desenvolver pesquisas que levem a um menor uso de recursos e, conseqüentemente, menores taxas de emissões de gases na atmosfera (SIERRA-PÉREZ; BOSCHMONART-RIVES; GABARRELL, 2016).

Dentre essas soluções, Souza *et al.* (2016) utilizaram a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para analisar o impacto ambiental em edifícios. Segundo eles, a maioria das avaliações do ciclo de vida tem se concentrado nos impactos associados à eficiência energética dos edifícios, durante a fase operacional. No entanto, a fase de construção representa uma parte significativa de energia incorporada de um edifício e também é responsável pelos impactos relacionados ao esgotamento dos recursos.

Diante disso, foram analisadas três tipos de paredes (tijolo cerâmico, tijolo de concreto e paredes externas de concreto armado) comumente usadas no Brasil. E concluíram que as paredes de tijolo cerâmico têm menor impacto do que o tijolo de concreto e as paredes externas de concreto armado, em três diferentes indicadores como, mudança climática, esgotamento de recursos e retirada de água (SOUZA *et al.*, 2016). As principais diferenças entre os impactos ambientais das paredes resultam de diferentes processos de transformação e uso de diferentes recursos naturais.

Outro trabalho que reflete a sustentabilidade na construção é o de Rached, Rovai e Liberal (2018), que abordaram a aplicação da prática do Modelo Diamante que é uma das ferramentas do gerenciamento de projetos, na gestão de demolição sustentável de dois edifícios em São Paulo-SP. Nesse trabalho, a equipe de projeto aplicou novas tecnologias de reciclagem de entulho,

¹ Site da Concremat Engenharia e Tecnologia: <https://www.concremat.com.br/>. Site da Método engenharia: <https://www.metodo.com.br/>

transformando-o em agregado de pavimentação, através da montagem de uma unidade de processamento (pequena fábrica), que permitiu ganhos significativos de transporte e evitou desperdício de materiais. Além disso, teve a conscientização da equipe sobre a importância socioambiental do projeto.

No contexto de tintas, foi publicada a versão nacional da norma de determinação do teor de VOCs em tintas (ABNT, 2015), mas ainda não existe uma legislação brasileira que limite a concentração de VOCs nos produtos, embora os fabricantes em geral busquem cumprir regulamentações internacionais como a americana ou a europeia a fim de atender os critérios de programas de certificação com o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), um selo para edificações sustentáveis, do Conselho Americano de Construção Verde (ASGBC, *United States Green Building Council*) presente em vários países, inclusive no Brasil.

A sustentabilidade ambiental é vista como um pilar desafiador para os diversos setores existentes. Dessa forma, se por um lado, os avanços em questões ambientais dependem de inovações em ciência e tecnologia, por outro dependem também de investimentos, vontade política e dos empresários. Portanto, esse estudo dedica-se ao aspecto da sustentabilidade ambiental, propondo a aplicação de uma metodologia que visa avaliação ambiental em indústria de tintas.

2.2 Abordagens de Avaliação do Ciclo de Vida

A estrutura metodológica da ACV é descrita pela ABNT NBR ISO 14.040:2014 – Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura e pela ABNT NBR ISO 14.044:2009 – Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações.

Dependendo do nível da interpretação de seus resultados e da amplitude e detalhamento dos dados levantados são diversas as aplicações de uma ACV. Assim, é uma importante ferramenta que pode orientar a identificação de oportunidades na melhoria ambiental de produtos, seleção de indicadores de desempenho ambiental, bem como rotulagem ambiental (ABNT, 2014b).

Dentre essas abordagens de ACV, tem-se a Avaliação do Ciclo de Vida de Emissões de CO₂ (ACVCO₂), no qual são consideradas as principais saídas de emissões de gases de efeito estufa de um material, componente, sistema ou edificação ao longo das diferentes fases do seu ciclo de vida (ARAÚJO; LIRA; SPOSTO, 2018).

Araújo, Lira e Sposto (2018) utilizaram a metodologia ACVCO₂, com análise híbrida, dados secundários e dimensionamento comerciais para quantificar as emissões de CO₂ dos sistemas de vedação horizontal interna utilizados em edificações habitacionais, mais precisamente em forros de gesso acartonado e de policloreto de vinila (PVC),

comparativamente ao forro de madeira. Este estudo mostrou que o forro de madeira apresentou emissões 26% maiores que a do PVC e 670% maiores que a do gesso. Esse trabalho chama a atenção para o sistema de vedações horizontais internas e a preocupação com outros materiais de construção civil cujo impacto é tão preocupante quanto o do cimento.

Outra abordagem da ACV é a Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S) que é a metodologia utilizada para avaliar os impactos sociais de produtos, processos e serviços. A ACV-S é uma extensão da ACV, complementando-a no âmbito social. Esse método utiliza o referencial metodológico apresentado pelo *United Nations Environment Program* (UNEP) e *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAP) (FAN *et al.*, 2016).

Fan *et al.* (2018), estabeleceram um método de avaliação quantitativa para as necessidades sociais de um distrito residencial na China, com base na ACV-S, para isso aplicaram questionários para as diferentes partes interessadas como, incorporadores imobiliários, empresas de construção e residentes da comunidade. Esse estudo mostrou que os moradores desse distrito preferem pagar mais por um ambiente de vida melhor e que os incorporadores estão dispostos a aumentar o investimento nos projetos. Além disso, o governo local também mostrou apoio ao desenvolvimento de construções sustentáveis.

Além destas, o Custeio do Ciclo de Vida (CCV), normalizado pela ISO 15686-1:2008, é um método de avaliação de sustentabilidade que aborda o pilar econômico, por meio da análise de diferentes alternativas de investimento, levando em consideração o custo e a economia associados a cada alternativa (ISO, 2008).

Dwaikat e Ali (2018) apresentaram um estudo de como as variáveis de CCV foram utilizadas para desenvolver um orçamento de ciclo de vida para um edifício sustentável na Malásia, para um período de 60 anos. Por meio dessa metodologia, descobriu-se que os custos futuros com a construção investigada são cerca de 3,6 vezes mais altos do que os custos iniciais de projeto e construção. Além disso, que o consumo reduzido de energia no edifício verde é o fator mais importante para reduzir seu custo total de ciclo de vida.

Já a Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV) é uma ferramenta de análise quantitativa que permite implantar os princípios de sustentabilidade nas estratégias e práticas empresariais através da integração das três ferramentas de avaliação de impacto potenciais mencionadas: Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), Custeio do Ciclo de Vida (CCV) e Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S) (BLUNDO *et al.*, 2019).

Blundo *et al.* (2019) utilizaram o modelo de Avaliação de Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV) para analisar o estado de sustentabilidade da produção de cerâmica na Itália. Esse estudo mostrou que o impacto ambiental da fabricação de revestimentos cerâmicos se deve

principalmente ao transporte de matérias-primas às fábricas e do produto acabado aos distribuidores aos clientes. O custo econômico desse impacto representa uma externalidade do sistema de fabricação, que pode ser considerado e internalizado à estrutura de custos industriais. Na prática a ferramenta de ASCV representou uma base para planos de negócios mais seguros, os investimentos necessários para apoiar as estratégias de sustentabilidade e o seu retorno.

No trabalho de Blundo *et al.* (2019) a integração entre o meio ambiente e economia ocorreu através da transformação de danos ambientais em externalidades, isso foi possível pois há diretrizes comuns entre os modelos de ACV e CCV definidos das normas ISO. A integração com a dimensão social foi alcançada através das expectativas dos principais interessados (empresas privadas, funcionários e instituições públicas locais) com relação aos dados de impacto ambiental e econômico obtidos.

Vale ressaltar, que diante da complexidade de uma ASCV foram apontados por Blundo *et al.* (2019) algumas dificuldades, como o fato da transformação de danos ambientais em externalidade não cobrir toda a dimensão econômica de uma atividade e que ainda não existe um vínculo, mesmo que indireto, entre as dimensões social e econômica, de modo a abordar a sustentabilidade socioeconômica em um sentido mais amplo.

Recentemente, foi implantada a Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional estabelecida pela *International Organization for Standardization (ISO) Technical Specification (TS) 14072:2014*. A ACVO é uma compilação e avaliação dos insumos, produtos e potenciais impactos ambientais das atividades associadas à organização, adotando uma perspectiva de ciclo de vida. A análise da organização, geralmente, inclui mais de um produto, assim, todo o conjunto de bens e serviços fornecidos pela organização é avaliado ao mesmo tempo (ISO, 2014).

A ACVO é uma abordagem de ciclo de vida que visa apoiar a identificação e quantificação de aspectos ambientais dentro e além dos portões da organização. São considerados todos os fornecedores e outros parceiros na cadeia de valor associados ao fornecimento de produtos. Além disso, a ACVO é uma abordagem ambiental multi-impacto, o que significa que um conjunto abrangente de questões ambientais relevantes para o sistema específico é considerado, e juntos eles representam o perfil de impacto ambiental potencial para as atividades (UNEP, 2015).

A ISO/TS 14072:2014 baseia-se no padrão de produtos ABNT NBR ISO 14040:2014, ABNT NBR ISO 14044:2014 e na ABNT ISO/TS 14071:2018. No entanto, enquanto a metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) foi desenvolvida para produtos, processos e serviços, a sua aplicação em nível organizacional tem sido cada vez mais indicada. A ACVO

diferencia-se principalmente das abordagens anteriores de ACV por seu objetivo de estudo, que é a organização (UNEP, 2015).

Devido à recente inserção desta metodologia, um pequeno número de empresas relatou estudos de aplicações de ACVO e os desafios relacionados. Lo-Iacono-Ferreira, Torregrosa-López e Capuz-Rizo (2017) abordaram a pegada ecológica organizacional em universidades. Nesse estudo, eles utilizaram o SGA existente na instituição como fonte de dados para a ACVO. Tanto o SGA como a ACVO baseiam-se nos mesmos princípios: desempenho, transparência e credibilidade. Apesar da execução do SGA ser verificado de acordo com o Sistema de Auditoria isso não garante o desempenho bem-sucedido da ACVO, ele pode fornecer uma instituição com uma estrutura sólida para lidar facilmente com as alterações necessárias, desde que esse projeto tenha o apoio do responsável pela organização.

A UNEP (2017) apresentou o caso de AKG Gazbeton, uma empresa produtora de materiais de construção, como sendo a primeira empresa a realizar a ACVO no setor da construção. Concluiu-se, de acordo com a experiência adquirida através dos estudos de caso e o feedback das empresas que participaram da pesquisa, que a metodologia ACVO é uma ferramenta útil e valiosa para qualquer organização que busque identificar *hotspots* ambientais em toda a cadeia de valor, acompanhar o desempenho ambiental e compreender riscos e oportunidades de redução de impacto. Além disso, verificou-se que o método é aplicável a empresas de todos os portes (microempresas, pequenas e médias empresas e multinacionais) e órgãos públicos.

Três tarefas principais devem ser trabalhadas, ao longo dos anos, que são desafios metodológicos específicos da ACVO, os mais comuns sendo: definir o fluxo de relatórios para desempenho de rastreamento; selecionar e categorizar as atividades da organização para serem incluídas no estudo; coletar grande quantidade de dados necessários e coordenar esse processo dentro da organização e com fornecedores; interpretar os amplos resultados disponíveis pelo estudo (UNEP, 2017).

Uma busca na base de dados Web of Science, com as palavras-chave “organizational life cycle assessment” or “organization LCA” or “OLCA” or “O-LCA” or “ISO/TS 14072” utilizando o filtro título do artigo, resumo e palavras-chave permite a recuperação de cinquenta e oito resultados. No entanto, apenas catorze desses são sobre a temática. Foram excluídos da pesquisa os artigos que não apresentavam os termos no título, no resumo e nas palavras-chaves. Além disso, foram excluídos os artigos recuperados com o termos procurados, mas que não tratavam sobre os termos de forma aprofundada, em que foram apenas citados.

A pesquisa mostrou que os artigos sobre essa temática têm sido publicados desde 2015, o que é coerente já que a norma ISO/TS 14072 foi publicada em 2014. Entre os resultados, doze são artigos, um é documento de conferência e um é capítulo de livro. Essas publicações trazem diferentes abordagens, metodologias e análises de estudos de casos. Os autores que possuem mais publicações sobre ACVO são Júlia Martinez-Branco e Matthias Finkbeiner, a primeira vinculada à Universidade Autônoma de Barcelona e o segundo à Universidade Técnica de Berlim. No Quadro 1 são apresentados os títulos das publicações recuperadas e os seus respectivos autores.

Quadro 1 – Trabalho sobre Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional recuperados na Web of Science em junho de 2020

Título	Autores
Organizational water footprint: a methodological guidance	Forin, S ; Mikosch, N ; Berger, M ; Finkbeiner, M
Organizational Water Footprint to Support Decision Making: a Case Study for a German Technological Solutions Provider for the Plumbing Industry	Forin, S; Gossmann, J ; Weis, C ; Thylmann, D ; Bunsen, J ; Berger, M ; Finkbeiner, M
Life Cycle Approaches for the Environmental Impact Assessment of Organizations: Defining the State of the Art	Rimano, M ; Simboli, A ; Taddeo, R ; Raggi, A
Challenges of organizational LCA: lessons learned from road testing the guidance on organizational life cycle assessment	Martínez-Blanco, J., Forin, S., Finkbeiner, M
The implementation of organizational LCA to internally manage the environmental impacts of a broad product portfolio: an example for a cosmetics, fragrances, and toiletry provider	Moreira de Camargo, A., Forin, S., Macedo, K., Finkbeiner, M., Martínez-Blanco, J
Hybrid approach for the evaluation of organizational indirect impacts (AVOID): combining product-related, process-based, and monetary-based methods	Finogenova, N., Bach, V., Berger, M., Finkbeiner, M.
Facts and figures from road testing the guidance on organizational life cycle assessment	Forin, S., Martínez-Blanco, J., Finkbeiner, M
Organizational Life Cycle Assessment: the introduction of the production allocation burden	Manzardo, A., Loss, A., Niero, M., Vianello, C., Scipioni, A.
Definition and application of activity portfolio and contro/influence approaches in organizational life cycle assessment	Manzardo, A., Loss, A., Jingzheng, R., Zuliani, F., Scipioni, A.
Launch of a new report: Road testing organizational life cycle assessment around the world: applications, experiences and lessons learned	Martínez-Blanco, J., Forin, S., Finkbeiner, M
Organizational life cycle assessment: suitability for higher education institutions with environmental management systems	Lo-Iacono-Ferreira, V. G., Torregrosa-López, J. I., Capuz-Rizo, S. F.
Enhancing environmental management in the textile sector: An Organisational-Life Cycle Assessment approach	Resta, B., Gaiardelli, P., Pinto, R., Dotti, S
Scoping organizational LCA—challenges and solutions	Martínez-Blanco, J., Inaba, A., Finkbeiner, M

Organizational LCA: the new member of the LCA family—introducing the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative guidance document	Martínez-Blanco, J., Inaba, A., Quiros, A., Valdivia, S., Milà-i-Canals, L., Finkbeiner, M.
---	---

Fonte: autores.

Os periódicos científicos em que foram publicados são *International Journal of Life Cycle Assessment* e o *Journal of Cleaner Production* com nove e duas publicações, respectivamente. Os países que mais publicam nessa área são a Alemanha com nove publicações, seguido da Espanha com cinco e da Itália com quatro. Já o Brasil possui apenas uma publicação sobre a ACVO realizado na empresa Natura.

Em relação às áreas, definidas pela Web of Science, em que os artigos recuperados são enquadrados: doze são de engenharia, onze de ciências ambientais, três são relativos à tecnologia da ciência sustentável. É importante mencionar que um trabalho pode ser associado a mais de uma área simultaneamente.

Forin, Martínez-Blanco e Finkbeiner (2019) no estudo sobre o guia da ACVO identificam quatro caminhos baseados na experiência da aplicação da metodologia:

- O caminho 1 refere-se a organizações com experiência e informações ambientais limitadas;
- O caminho 2 diz respeito às organizações com práticas de avaliação ambiental existentes de porta a porta, com sistemas de gerenciamento ambiental;
- O caminho 3 pode ser seguido se estiverem disponíveis avaliações ambientais do ciclo de vida no nível do produto;
- O caminho 4 é para organizações que já realizaram uma avaliação ambiental de indicador único no nível organizacional, incluindo a cadeia de valor, como a pegada de carbono da organização de acordo com a ISO 14056.

Naturalmente, os autores constataram que nas avaliações que já possuíam experiências anteriores, o trabalho era mais facilitado. Por sua vez, nas outras, a modelagem e a coleta de dados para atividades indiretas foram mais desafiadoras (FORIN, MARTÍNEZ-BLANCO e FINKBEINER, 2019). Nesse trabalho, adotamos a mesma ideia. Contudo, dificilmente serão identificadas empresas de tintas imobiliárias, no Brasil, que realizaram avaliações ambientais associadas ao ciclo de vida de produtos, processos e serviços. Desse modo, utilizaremos outros indicadores.

Camargo *et al.* (2018) aplicaram a ACVO para um fabricante brasileiro de cosméticos. Esse estudo de caso ilustra as escolhas metodológicas e os desafios da implementação encontrados pela empresa. O estudo foi elaborado com base em experiências anteriores da empresa. A mesma possui um portfólio de 2600 produtos, mas na análise são modelados os

mais vendidos. As fontes de dados são da própria Natura, dados coletados pelos fornecedores, estimativas de balanços de massa e energia e banco de dados de inventário de ciclo de vida.

No estudo realizado por Camargo *et al.* (2018) foi utilizada uma abordagem híbrida. Esse procedimento utiliza a abordagem de cima para baixo para modelar atividades corporativas (transporte e distribuição e materiais de distribuição e comercialização) que não estão diretamente relacionadas a produtos individuais e a abordagem de baixo para cima para as fases do ciclo de vida dos produtos, neste incluem os impactos dos produtos do portfólio ao longo do seu ciclo de vida, incluindo os processos da cadeia de suprimentos, atividade de transporte entre fornecedores, fase de uso e fim da vida útil.

Apesar da empresa já possuir um conhecimento prévio em modelar impactos ambientais de produtos e atividades corporativas, a avaliação da grande quantidade de dados envolvidos se mostra uma tarefa complexa (CAMARGO *et al.*, 2018).

Além disso, vale destacar a proposta de Manzardo *et al.* (2018) que utilizaram o conceito de portfólio de atividades em vez de portfólio de produtos. Nesse estudo, para superar as questões relacionadas à definição da unidade de relatório, o conceito de fluxo de relatório foi adaptado, assumindo que os produtos dessas organizações são resultado de suas atividades características e transversais aos produtos da empresa. O portfólio de atividades é definido como o conjunto de atividades realizadas pela organização.

No estudo realizado por Manzardo *et al.* (2018) o portfólio de atividades foi composto por três atividades: projeto executivo, gerenciamento e execução. Os dados do inventário foram adquiridos de várias fontes para cada uma das três principais atividades da Sociedade de Propósito específico (SPE). Todos os dados primários foram coletados diretamente no local, anualmente, durante todo o período de construção (2011-2015). Outros dados de inventário relacionados às matérias-primas foram de origem secundária.

Essa proposta se mostrou muito útil para organizações que possuem produtos heterogêneos (como o setor da construção civil) e uma capacidade limitada de rastreamento de desempenho. Essa abordagem permite analisar as atividades de forma transversal aos produtos da organização (MANZARDO *et al.*, 2018). Se a SPE usasse o conceito tradicional de portfólio de produtos, deveria ter coletado dados, quantificado os impactos e representado os resultados para 491 unidades de construção diferentes.

A proposta de portfólio de atividade se mostrou bastante interessante para a ACV organizacional em indústrias de tintas. Isso se deve ao fato desse procedimento simplificar a análise dos impactos ambientais e garantir uma aplicação eficiente da ISO 14072. Nesse

sentido, as atividades que poderiam ser utilizadas nas indústrias de tintas são o gerenciamento, produção e administração.

2.3 Impactos ambientais do setor de tintas imobiliárias

O setor de tintas está entre os que despertam grande preocupação com o impacto ambiental, tanto em relação ao consumo de água como pela grande variedade de produtos químicos presentes em seus processos. Apesar da poluição gerada no processo de produção de tinta atingir os três estados da matéria, os efluentes líquidos têm, notavelmente, maior impacto, principalmente devido ao uso de corantes, que são muito tóxicos e difíceis de degradar (SILVA *et al.*, 2019).

De acordo com Silva *et al.* (2019) esses efluentes são caracterizados por alta cor, turbidez, odor e altas concentrações de produtos químicos. Portanto, liberando-os em massas de água sem tratamento anterior pode causar sérios problemas ecológicos, porque o processo de fotossíntese realizada por plantas aquáticas é prejudicado pela presença de cor na água, o que impede a passagem da luz. Consequentemente, o oxigênio dissolvido está esgotado, causando a morte de seres vivos.

Dentre os principais insumos utilizados nas indústrias de tintas, destacam-se a energia, a água e diversas outras matérias-primas e produtos auxiliares. Algumas empresas podem, ainda, empregar óleo combustível, óleo diesel ou gás natural para geração de calor. Nestas situações o controle de efetividade de queima deve ser feito de modo a minimizar as emissões de monóxido de carbono, óxidos de enxofre e materiais particulados para a atmosfera. Para a execução e a manutenção dessas instalações, também, existe geração de resíduos, tais como, borras oleosas, estopas sujas, embalagens de combustível, entre outros (CETESB, 2008). Dessa forma, são necessários estudos voltados para o reaproveitamento ou descarte correto de tais resíduos.

Segundo a CETESB (2008), a água é o recurso natural mais empregado no setor e se dá em larga escala e para diversos fins. Grande parcela pode ser incorporada ao produto, outra parte é empregada nos procedimentos de limpeza e lavagem de máquinas, equipamentos e instalações industriais, além do uso na área de manutenção. Desse modo, o uso descontrolado da água pode levar à crescente degradação das reservas, apontando para a necessidade de adoção de uma política racional de consumo.

Destaca-se, então, que é necessário conscientizar os usuários, quanto a formas de minimizar o consumo de água dentro das indústrias. Além disso, é adequado que, nos locais

que são abastecidos por poços tenham a outorga de uso, que é fornecido pelo órgão ambiental e tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo do uso da água.

Têm sido desenvolvidos estudos diversos, abordando o tratamento das águas residuárias da indústria de tintas, tais como, o uso de coagulação e técnicas eletroquímicas (BARBOSA *et al.*, 2018), e, também, o uso de reator de crescimento submerso, no tratamento de águas residuais (KRITHIKA; PHILIP, 2016).

A diversidade e quantidade de matérias-primas e produtos auxiliares usados no setor de tintas e vernizes é muito grande. Pode-se citar alguns, tais como, resinas, pigmentos e cargas, solventes e aditivos.

Um desses materiais é o dióxido de titânio (TiO_2), o pigmento branco é usado em uma variedade de produtos, como revestimentos. A produção desse pigmento tem alta demanda de energia e traz impactos ambientais significativos na forma de emissões de CO_2 e grandes quantidades de resíduos (MIDDLEMAS; FANG; FAN, 2015).

Dessa forma, a indústria de tintas tem procurado, continuamente, outros elementos para substituição de TiO_2 , visando reduzir o custo e o impacto ambiental de seus produtos (RUSZALA *et al.*, 2015). Uma fonte possível para a substituição do TiO virgem poderia ser recuperar o pigmento dos resíduos de tinta e possibilitar a reintrodução do pigmento reciclado em novas formulações de tinta, de maneira circular (KARLSSON *et al.*, 2018).

Várias destas matérias-primas possuem propriedades tóxicas, irritantes e corrosivas o que torna essencial o conhecimento de seus efeitos potenciais sobre a saúde humana e o meio ambiente, assim como, sobre os procedimentos emergenciais em caso de derramamentos acidentais, contaminações e intoxicações.

As Fichas de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) fornecem essas informações e são essenciais para determinar quais Equipamentos de Proteção Individual (EPI) ou Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) necessitarão ser adotados em todos os procedimentos. Esse documento atende à norma da ABNT NBR 14725, sendo um instrumento de comunicação dos perigos e possíveis riscos levando em consideração o uso dos produtos químicos.

Os principais impactos ambientais do setor podem estar associados tanto ao processo produtivo, como à geração de efluentes, com o uso dos produtos, ou mesmo, pela geração de resíduos de embalagem pós-uso. Isso demonstra a relevância de estudos com abordagem no ciclo de vida dos produtos e/ou organizações que produzem os mesmos.

Nesse sentido, a emissão de VOCs é resultado de diversos processos, como por exemplo, combustão incompleta, emissões durante todas as etapas do processo de fabricação,

emissões fugitivas de silos de matéria-prima, limpeza de equipamentos, vazamentos de selos, gaxetas e válvulas de tubulações (CETESB, 2008).

Tintas e vernizes são materiais de construção que contém solventes orgânicos e liberam VOCs, cujas consequências negativas para a saúde humana são conhecidas, como alergias de pele e olhos, doenças respiratórias e câncer. A diminuição da ventilação no interior das habitações para se minimizarem gastos energéticos ajuda a elevar o volume destes poluentes e agrava os efeitos sobre a saúde (TORGAL; JALALI, 2012).

Nas certificações ambientais como *Leadership in Energy and Environmental Design* (USGBC, 2020) e Alta Qualidade Ambiental - AQUA (Fundação Vanzolini, 2020), já existem referências às tintas usadas nos edifícios e sua emissão de VOCs. Na elaboração de novos produtos, atualmente, já estão sendo apontados os impactos causados pela emissão de VOCs, levando ao uso de produtos menos agressivos aos ocupantes e trabalhadores.

Algumas normas em relação aos limites de exposição a determinados VOCs, em tintas imobiliárias, são aplicadas no Brasil. A Norma Regulamentadora NR-15 (BRASIL, 1994), que trata sobre as Atividades e Operações Insalubres, apresenta, em seu anexo XI, os limites de exposição dos trabalhadores, para alguns VOCs. É importante destacar que, esses valores não são atualizados desde 1994. Além disso, informações sobre os VOC podem ser encontradas na FISPQ do fabricante.

A partir da avaliação das legislações e certificações ambientais nacionais e internacionais, em relação ao critério de concentração de VOCs, em ambientes internos, constata-se que, os limites estabelecidos na legislação nacional estão defasados e devem ser revistos. As principais certificações disponíveis não impõem limites, apenas exigem o conhecimento da emissão de VOCs (MERTEN *et al.*, 2016).

O monitoramento das emissões de VOCs pelas tintas é estabelecido por outras leis, correntes no Brasil. A Resolução do CONAMA 307:2002 classifica como resíduos perigosos os insumos oriundos dos processos de construção, tais como tintas, óleos, solventes, entre outros (CONAMA, 2002).

A lei sobre qualidade do ar (decreto-lei nº 276 de 23 de julho de 1999) menciona alguns contaminantes atmosféricos, que devem ser considerados na avaliação da qualidade do ar ambiental como, dióxido de enxofre, dióxido de azoto, chumbo, ozônio, partículas em suspensão, benzeno, monóxido de carbono, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, cádmio, arsênio, mercúrio e níquel (BRASIL, 1999).

A geração de efluentes é maior nos procedimentos de lavagem de lotes de cores distintas. Quando são lançados nos maquinários, estes são lavados com água e solventes. Assim,

são gerados efluentes, que contêm altas concentrações de solventes e sólidos suspensos, geralmente coloridos, que precisam de tratamento. Em referência à composição destes efluentes, há mudanças significativas entre as diferentes indústrias, que podem ser atribuídas, principalmente, à diversidade de matérias-primas envolvidas para a produção das tintas (CETESB, 2008).

A composição dos efluentes do setor não varia em função do tipo de produto elaborado, porém algumas substâncias, normalmente presentes de modo geral, podem ocorrer em concentrações acima das permitidas, em legislação específica para lançamento sem tratamento prévio. Dentre estas substâncias, podem ser citados os seguintes poluentes e efeitos adversos associados no Quadro 2.

Quadro 2 – Poluentes e efeitos adversos de componentes das tintas

Poluentes	Efeitos adversos
Óleos e graxas	A pequena solubilidade dos óleos e graxas prejudica sua degradação em estações de tratamento de efluentes por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, podem causar problemas no tratamento d'água, além de impedir a transferência do oxigênio da atmosfera para o meio hídrico, trazendo problemas para a vida aquática.
Solventes	São tóxicos e tendem a contribuir para a contaminação do solo caso sejam manipulados de forma inadequada. Podem causar desequilíbrio do pH se lançados em corpos d'água.
Pigmentos	Os que contêm metais pesados devem, se possível, ser substituídos do processo de fabricação. A neutralização antes do lançamento é uma boa prática.
Fosfatos	Presentes na formulação de algumas tintas, podem, em altas concentrações, levar a proliferação de algas e plantas aquáticas, e provocar o fenômeno da eutrofização dos corpos d'água, que causa o desequilíbrio no pH do corpo aquoso, bem como grandes oscilações nas concentrações de oxigênio dissolvido, com maiores valores no período de maior luminosidade, e valores eventualmente próximos de zero durante a noite.

Fonte: adaptado de CETESB (2008).

A Legislação Ambiental estabelece que os despejos industriais devem ser tratados, de modo que as características físico-químicas dos efluentes estejam de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005).

Nas leis ambientais existem dois tipos de padrões de emissão (ou lançamento) e de qualidade. O primeiro regulamenta a máxima concentração de cada poluente, que será permitida no efluente lançado, seja em corpos d'água ou rede coletora de esgoto, enquanto que, o segundo determina as concentrações máximas desses poluentes para cada classe de corpo d'água.

Quando lançados em corpos d'água, o efluente final deverá, simultaneamente, atender a ambos os padrões de emissão e qualidade, apresentando características aceitáveis para o lançamento e de forma a garantir que o corpo d'água mantenha seu enquadramento, conforme

estipulado na Resolução CONAMA 357/05, para águas doces, salinas e salobras (BRASIL, 2005).

Os inúmeros produtos químicos utilizados para a produção de tintas são responsáveis pelas altas concentrações de compostos orgânicos, sólidos em suspensão, materiais coloridos e poluentes perigosos, como metais pesados nas águas residuais geradas (KRITHIKA; PHILIP, 2016). Algumas partes desses resíduos contêm elementos químicos perigosos que, quando lançados no ambiente, podem penetrar e infiltrar-se no ambiente subterrâneo e subsequentemente se instalar no solo e nos sedimentos de corpos d'água (OLAOYE; OLADEJI, 2017).

A ABNT NBR 10004:2004, caracteriza os resíduos sólidos como, resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que originam de práticas de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Além disso, essa descrição abrange os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, ou seja, os que são gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como alguns líquidos cujas singularidades tornem impraticável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou requeiram para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em vista à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Com a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), o trabalho em relação ao destino correto das embalagens de tintas imobiliárias foi aprofundado. Ademais, como parte significativa desse processo foi ter a apropriada classificação de embalagens de tintas imobiliárias.

A partir Resolução CONAMA 469 (CONAMA, 2015), as embalagens de tintas usadas na construção civil serão submetidas a sistema de logística reversa, conforme os requisitos da PNRS, que contemple a destinação ambientalmente adequados dos resíduos de tintas presentes nas embalagens. Essa resolução alterou a CONAMA nº 307/2002, sendo que agora a descrição dos resíduos classe B inclui as embalagens vazias de tintas imobiliárias.

Dessa forma, ressalta-se a importância da legislação ambiental brasileira, que apesar de bastante abrangente, a utilização da mesma ainda é restrita, devido à pouca atuação dos órgãos fiscalizadores e também o desconhecimento por parte da maioria da população sobre como eles podem atuar nesse sentido.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse estudo foi uma pesquisa de campo, em uma indústria de tintas situada no estado do Piauí para a coleta de dados primários, a fim de conhecer sobre o processo produtivo e identificar os impactos ambientais causados, através de uma observação direta do processo de funcionamento. Os dados secundários foram coletados nos sites de indústrias de tintas localizadas no Brasil e de documentos de licenciamento ambiental, obtidos através dos sites dos órgãos ambientais estaduais e do Portal Nacional de Licenciamento Ambiental. Os dados coletados são referentes ao aspecto ambiental das organizações.

Inicialmente, foi realizada visita a uma fábrica de tintas no dia 03/09/2019 guiada pelo químico da indústria e pelo diretor industrial. A finalidade da visita foi conhecer a fábrica de tintas, de forma global, ou seja, de acordo com os princípios da ACVO. Dentre esses dados estão o processo produtivo, o consumo de água, o consumo de energia, a origem das matérias-primas, as atividades administrativas e a destinação dos produtos vendidos.

Foram identificados através do site da ABRAFATI os fabricantes de tintas analisados nesse estudo. A partir da análise do Guia Ambiental Técnico de Tintas e Vernizes da CETESB (2008), das informações divulgadas no site da ABRAFATI, dos dados encontrados nos sites das fabricantes e das licenças encontradas nos órgãos ambientais foi possível observar os principais impactos ambientais relacionados à indústria de tintas. Com isso, foram determinadas as variáveis para analisar a maturidade ambiental das mesmas.

Posteriormente, para identificar os subsídios para a elaboração de uma ACVO foram investigados os documentos disponíveis nos sites das fabricantes de tintas, tais como: a FISPQ, relatórios de sustentabilidade/responsabilidade socioambiental, relatórios relacionados ao Sistema de Gestão Ambiental (com base na ABNT ISO 14001:2015) e licenças ambientais.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da fábrica

A indústria de tintas Verbras possui descrição de atividade de acordo com o seu Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), como fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas. Iniciou as suas atividades, em 1985, com a produção de massa e produtos da linha Premium, fosco e à base água, em uma área de 200 m², em Teresina, Piauí. Desde 2001, a Verbras possui uma filial na cidade de Benevides, no Pará, com área construída de 8.000 m².

Em 2012, foi inaugurada na cidade de Demerval Lobão uma outra unidade. Esta, conta com área construída de 16.000 m² e possui capacidade de produção de 9 milhões de litros de tintas por mês. Na referida filial trabalham 228 funcionários nos turnos da manhã e da tarde.

Em 2016, o grupo Verbras adquiriu uma jazida de carbonato de cálcio-magnésio (dolomita), na cidade de Redenção, no estado do Ceará. Com isso, passou a produzir, também, os minerais em malha 325 e micronizados. Em 2018, o grupo Verbras inaugurou uma nova indústria de tintas no estado do Ceará, a Sbras. Essa pesquisa compreende os processos realizados na unidade de Demerval Lobão, estado do Piauí.

4.2 Caracterização das atividades desenvolvidas pela indústria

Na Verbras são produzidos: tintas à base de água, tintas à base de solventes, resinas, selador e massa corrida. As tintas são classificadas em nível de qualidade econômico, *Premium* e *Standard* e tintas com acabamento dos tipos acetinado, brilhante, brilhante e acetinado, fosco, fosco e aveludado e semibrilho, assim como, as diversas superfícies em que os produtos podem ser aplicados. No total são 36 tipos de produtos. Na Quadro 3 são apresentados os referidos produtos.

Quadro 3– Produtos Verbras

Nome do produto	Base	Superfícies
Vercryl Premium	Resina acrílica	Reboco, massa acrílica ou massa corrida, texturas, concretos, gesso, fibrocimento e repintura
Toque Suave Premium	Resina acrílica	Reboco, massa acrílica ou massa corrida, texturas, concretos, gesso, fibrocimento e repintura
Super Verlatex Premium	Emulsão acrílica modificada	Reboco, massa acrílica ou massa corrida, texturas, concretos, gesso, fibrocimento e repintura

Cimentados e Pisos Premium	Resina acrílica	Pisos e cimentos, quadra poliesportiva, varanda, calçadas, escadarias, demarcação de garagem
Esmalte Base Água Premium	Água	Madeiras, metais, PVC, alumínio e galvanizado
Esmalte Extra Rápido Premium	Resina alquídica	Madeira, metais ferrosos, alumínio e galvanizado
Verniz Triplo Filtro Solar Premium	Resina alquídica	Madeira
Verniz Marítimo Premium	Resina alquídica	Madeira
Vertex Semibrilho	Resina acrílica	Reboco, texturas, concretos, massa acrílica ou corrida, fibrocimento e gesso
Esmalte Secagem Rápida	Resina alquídica	Madeira, metais ferrosos, alumínio e galvanizado
Mix Acrílico Fosco	Resina acrílica	Reboco, texturas, concretos, massa acrílica ou corrida, fibrocimento e gesso
Pop Acrílico Fosco	Resina acrílica	Reboco, texturas, concretos, massa acrílica ou corrida, fibrocimento e gesso
Vertex Acrílico Fosco	Emulsão acrílica	Reboco, texturas, concretos, massa acrílica ou corrida, fibrocimento e gesso
Vertex Vinil Acrílico	Emulsão acrílica	Reboco, texturas, concretos, massa acrílica ou corrida, fibrocimento e gesso
Tinta para Gesso	Emulsão acrílica	Gesso
Textura Nobre Premium	Emulsão acrílica	Reboco desempenado, massa acrílica, massa corrida, repinturas
Textura com Quartzo Premium	Emulsão acrílica	Reboco desempenado, massa acrílica, massa corrida, repinturas
Textura Externa	Emulsão acrílica	Reboco desempenado, massa acrílica, massa corrida, repinturas
Textura Interna	Emulsão acrílica	Reboco desempenado, massa acrílica, massa corrida, repinturas
Verniz Copal	Resina alquídica	Madeira em ambientes internos
Verniz Flash	Resina alquídica	Madeira que necessite secagem ultrarrápida
Verniz Acrílico	Água	Pedras externas e internas de concreto aparente, texturas, tijolos à vista, telhas de barro e placas de fibrocimento
Massa Corrida	Emulsão vinílica	Reboco, gesso, concreto aparente e paredes pintadas com tintas PVA ou ACRÍLICO
Massa Acrílica	Emulsão acrílica modificada	Reboco, gesso, concreto aparente e paredes com tintas PVA OU ACRÍLICO
Selador Acrílico	Resina acrílica	Reboco, texturas, concretos, massa acrílica ou corrida, fibrocimento e gesso

Impermeabilizante Telha	Emulsão acrílica modificada	Telha, paredes de alvenaria, fachadas, pedras naturais e tijolos à vista
Verbrilho	Resina acrílica	Última demão da tinta que está sendo aplicada
SelaFácil	Resina acrílica estirenada	Madeiras, móveis em geral, armários embutidos, madeiras decorativas, lambris, portas, janelas e forros
Fundo para galvanizados	Resina Alquídica	Aço, chapas, canaletas, condutores, calhas, rufos, painéis de propaganda
Fundo Branco Universal	Água	Chapas, zincadas, rufos, calhas galvanizadas ou de PVC, canaletas, condutores e madeira
Massa para Madeira	Resina acrílica estirenada	Madeira
Fundo Preparador de Paredes	Resina acrílica estirenada	Gesso, reboco, fibrocimento e pinturas que apresentem saponificação, calcinação e/ou baixa coesão
Fundo Branco Fosco	Resina alquídica	Madeiras novas
Ferrobras	Resina alquídica	Ferro
Zarcão	Resina alquídica	Metal ferroso

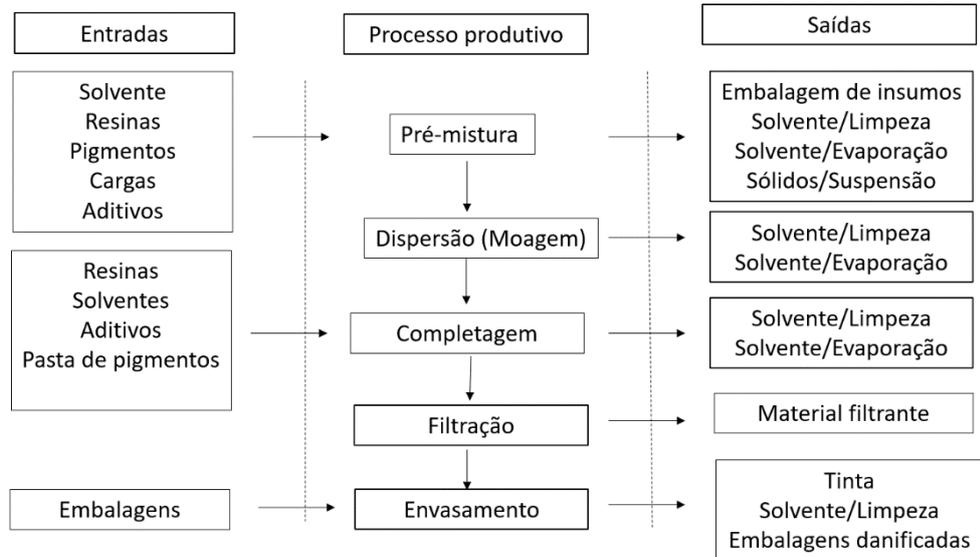
Fonte: Verbras (2021).

Dentre esses produtos, identificou-se no catálogo do fabricante a informação de que o “Fundo Branco Universal” e o “Selafácil” produzem baixa taxa de VOC e que causam menor impacto ao meio ambiente. Ao analisar as fichas desses produtos, não foi possível identificar as especificidades que contribuem para a redução do seu impacto ambiental.

Na análise dos produtos, 21 estão diretamente relacionados à atividade da construção civil, seis à pintura de metais e nove à pintura de madeiras. As resinas têm papel de destaque, pois possibilitam a formação da película protetora na qual se converte a tinta depois de seca. O selador regulariza imperfeições das superfícies, bem como a absorção da parede, deixando-a em melhores condições para receber a tinta e, conseqüentemente, promovendo a sua economia. A massa corrida e a massa acrílica são indicadas para uniformizar, nivelar e corrigir pequenas imperfeições em superfícies internas e externas/interna, respectivamente, de alvenaria e de concreto.

Uma parte das matérias-primas é importada dos Estados Unidos e da China e outra parte é extraída da mineradora gerenciada pela indústria pesquisada, localizada na cidade de Redenção, Ceará. Alguns produtos são comprados por cotação de preços em diversas fábricas fornecedoras, como a BASF S.A e a Braskem S.A, não havendo, dessa forma, um fornecedor específico. A Figura 1 representa o fluxograma de produção da tinta base solvente e a Figura 2 o fluxograma da tinta base água.

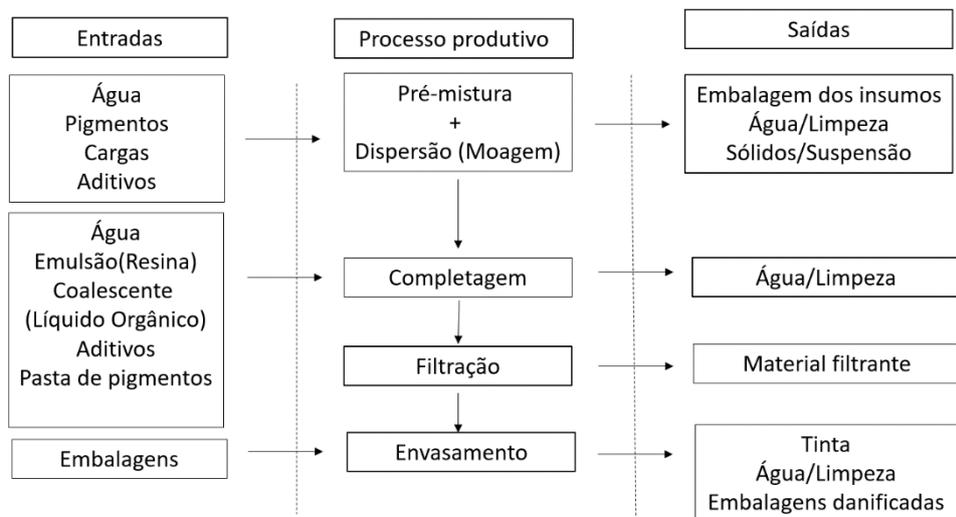
Figura 1 – Fluxograma da produção da tinta base solvente



Fonte: Adaptado de CETESB (2008).

O sistema convencional de fabricação de tintas à base solvente inclui, em primeiro lugar, a pesagem de todos os materiais, como segunda etapa a preparação do veículo (solventes, aditivos e filme ou resina) misturando em um tanque com movimentos constantes (agitação mecânica) até a solução virar uma pasta. Com o objetivo de obter uma solução líquida, a pasta é moída e logo depois é incorporado gradualmente o pigmento e as cargas da formulação. Na etapa final, o material é levado a outro tanque com o objetivo de ajustar a viscosidade e o conteúdo dos sólidos com a quantidade necessária de solvente, aditivos e em alguns casos, resina; depois o material é filtrado e embalado.

Figura 2 – Fluxograma da produção da tinta base água



Fonte: Adaptado de CETESB (2008).

O processo de fabricação da tinta à base solvente é semelhante ao da tinta base água. As diferenças são referentes aos componentes da entrada e, conseqüentemente, os componentes da saída.

Os equipamentos que constituem o parque industrial da indústria pesquisada são tanques de armazenagem de matérias-primas, balança para materiais líquidos, misturador mecânico, compressor, moinho ou triturador, tanques para diluição, secagem e ajustes finais, filtro removedor de partículas sólidas (poeira ou sujeira), tachos de aço, máquina para enlatar e embalar as tintas, esteiras rolantes e exaustor. Todos os equipamentos demandam consumo de energia elétrica. Foi informado que o consumo mensal é de 91.657 kWh (referência mês de agosto de 2019).

Verificou-se, durante a visita que o abastecimento de água na fábrica é realizado por poço, o que permite uma autonomia no processo de produção, devido à independência quanto ao fornecimento de água pela concessionária. Foi informado que esse poço possui outorga, assim como a fábrica também possui o licenciamento ambiental pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMAR-PI). Sobre o consumo de água foi informado o valor de 1.581,598 m³/mês (referência mês de agosto de 2019).

Não foi informada a produção da indústria, no mês de agosto de 2019, a fim de que pudesse ser feita uma vinculação com o consumo de água e energia. Devido à pandemia, causada pela covid-19, não foi possível realizar novas visitas para complementar a coleta de dados como o mencionado.

Referente às perdas no processo produtivo, foi informado que são praticamente nulas, pois quando é identificado algum erro, são tomadas as devidas providências. Contudo, quando não é possível fazer a correção, realiza-se a incineração dos produtos. O processo de incineração consiste basicamente na destruição térmica, realizada em alta temperatura. Esse procedimento é indicado nas licenças ambientais de operação de alguns estados brasileiros, como São Paulo, para empreendimentos que desenvolvem a mesma atividade da Verbras.

É importante ressaltar que a ABRAFATI, em relação aos resíduos sólidos, só menciona sobre o pós-consumo, mas são ideias que também podem ser utilizadas na fábrica pesquisada. Dentre as medidas mencionadas pela associação, pode-se citar: o uso da quantidade adequada afim de evitar sobras, utilização das sobras de outra forma ou doação (ABRAFATI, 2021).

Na fábrica Verbras, a água utilizada para a limpeza dos tanques é tratada em uma estação de tratamento na própria empresa. Depois de realizado o tratamento, parte da água é reaproveitada em jardinagem e o restante é despejada no meio ambiente. É importante ressaltar que os restos de tinta, verniz e solvente podem ser absorvidos pelo solo ou atingir as águas

subterrâneas, contaminando o lençol freático ou mesmo atingir cursos de água. Logo, não devem ser descartados de forma inadequada. Verificou-se que o corpo de água mais próximo (Rio Poti) fica a uma distância de 6,12 km da indústria. Segundo o diretor industrial da fábrica pesquisada, a produção máxima é de 9 milhões de litros por mês, de todos os produtos. Os picos de produção abrangem, principalmente, os meses de setembro a dezembro, isso se deve ao fato de ser um período com maior número de reformas. A empresa também realiza uma análise de mercado para adequar a produção ao consumo.

No setor de expedição, foi declarado a capacidade do que é produzido das tintas, cerca de 80% dos produtos são à base de água, pois a área pintada com esse tipo é muito maior no nosso dia a dia, e apenas 20% de tinta é à base de solvente. O galpão de expedição possui uma área de 3000 m². Foi informado que as embalagens de tintas, quando utilizadas, são recolhidas pela própria indústria e entregues à indústria de reciclagem. As embalagens utilizadas para envase dos produtos da indústria pesquisada são fabricadas no Ceará, Bahia e Recife e cerca de 80% delas são plásticas e 20% são de metal.

Na parte de estocagem de matéria-prima, foi mostrada a principal “carga” utilizada na composição da tinta, que é o carbonato de cálcio precipitado, em que a matéria-prima básica é o óxido de cálcio e o dióxido de titânio. O carbonato de cálcio é extraído de Redenção-CE e o dióxido de titânio é comprado de várias empresas que, assim como os outros materiais, a escolha do fornecedor depende do preço ofertado. Além disso, foram apresentados os containers com aditivos, álcalis, espessantes, pigmentos e antiespumantes.

No laboratório são feitos os protótipos de tintas, em que são realizados os padrões de coloração de cada uma. Para a fabricação é definida a dosagem dos materiais que irão fazer parte da mistura. Em seguida, esse material vai para as “batedeiras”, onde são adicionados água, espessantes e aditivos. Eles são misturados por 30 minutos e transferidos para outro galpão onde receberão a pigmentação. O processo de pigmentação é manual e depende da habilidade do colorista, que deve seguir os padrões estabelecidos pela empresa. A empresa mantém sigilosamente as informações sobre os referidos padrões. Na Figura 3 pode ser visualizada a bateadeira utilizada no processo de pigmentação da tinta.

De cada lote de tintas produzido é retirado uma amostra que será analisada em relação ao peso específico, pH, viscosidade, entre outras características. Cada bateadeira tem capacidade de processar 1800 l de tinta por vez. Também, são produzidas texturas, em que são adicionados mais espessantes. Depois de pronta, a tinta segue para ser envasada nos recipientes conforme apresentado na Figura 4.

Figura 3 – Pigmentação da tinta



Fonte: próprio autor (2019).

Figura 4 – Envase da tinta



Fonte: próprio autor (2019).

No laboratório da empresa são testadas e desenvolvidas novas tecnologias de tinta e de novos materiais. Os principais ensaios analisados são espectrofotômetro, resistência à abrasão úmida e teste de rendimento. A Verbras faz parte do Programa Setorial de Qualidade (PSQ) das tintas imobiliárias, que regulamenta os ensaios de qualidade das tintas, de acordo com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI). Esse fato faz com que o cliente tenha a garantia de um produto de qualidade.

Sobre os clientes foi informado que a maioria são da região Norte e Nordeste do Brasil. Além disso, o transporte para as diversas cidades é de responsabilidade dos clientes, sendo realizado por modal rodoviário.

4.3 Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

A indústria de tintas Verbras, assim como outras fabricantes brasileiras de tintas, possui a Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) que fornece informações sobre as matérias-primas utilizadas em cada tipo de tinta. Ela é normatizada pela ABNT NBR 14725-4:2010, que traz também informações sobre os riscos envolvidos na utilização do produto, bem como devem informar os procedimentos de segurança e manuseio adequados, indicando a melhor forma de manuseio, transporte e descarte.

As informações técnicas sobre os produtos e suas matérias-primas são disponibilizadas através do site <http://verbrascorp.com.br/institucional/>. Através da FISPQ é possível identificar as matérias-primas que são utilizadas nos produtos.

A seção 1 da FISPQ possui a identificação do produto e da empresa. A identificação do produto é importante, pois todas as informações contidas na ficha irão se referir a um produto

em específico. Além disso, contém os dados da empresa como endereço, telefone e e-mail; pois surgindo dúvidas sobre o produto, podem ser esclarecidas pelo fabricante.

Na seção 2, sobre a identificação de perigos, são apresentados de forma resumida e objetiva, os perigos à saúde humana, perigos físico-químicos e ambientais. Há diferentes sistemas de classificação de perigo, como o Sistema Europeu de classificação feito com base nas diretivas 67/548/CEE (substâncias) e 1999/45/CE (preparados) e o GHS – *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* que surge com o propósito de harmonizar internacionalmente a classificação de produtos químicos.

As informações de efeitos à saúde humana devem apontar as alterações anormais, indesejáveis ou nocivas que podem ocorrer após exposição e/ou contato de um produto. Os efeitos ambientais correspondem aos efeitos nocivos das substâncias químicas sobre os ecossistemas, sendo avaliados através de testes de ecotoxicidade. No final da seção 2, são apontados meios de evitar esses efeitos.

A seção 3 apresenta a composição e as informações sobre os ingredientes, que devem ser utilizados de acordo com o tipo de produto químico. Em se tratando de uma substância simples, deve ser dado o nome químico comum, um sinônimo (se houver), o número de registro no *Chemical Abstract Service* (CAS) e ingredientes que contribuam para o perigo, acompanhados dos seus respectivos números CAS. Na Tabela 1 é mostrado um exemplo de um tipo de tinta produzida na Verbras.

Tabela 1 – Composição e informações da tinta Vercryl Acrílico Premium Semi Brilho Pérola

Item	Nome Químico	Número CAS	Faixa de concentração (%)
1	Dióxido de Titânio	13463-67-7	0,5 – 20
2	Carbonato de Cálcio Natural	471 – 34 - 1	0,5 – 3,0
3	Éter fenílico de Etileno Glicol	104 – 68 - 7	0,3 – 1,5
4	Amônia (Solução 24%)	1336- 21- 6	0,1 – 1,0
5	Derivados de isotiazolinona e Semi Acetais	55965-84-9	0,1 – 1,5
6	Silicato de Alumínio - Caulim	1332-58-7	1 - 10
7	Alquil Lauril Éter	Não disponível	0,1 – 1,5

Fonte: Verbras (2021).

A concentração do ingrediente no produto determinará se o mesmo será perigoso ou não, baseado nos valores de corte definidos pelo sistema de classificação utilizado, o qual deve ser referenciado.

Na seção 4 há informações sobre medidas de primeiros-socorros, que devem conter as principais recomendações para casos de intoxicação, distinguindo-se a via de exposição: contato por inalação, contato com a pele, contato com os olhos e contato por ingestão. É

fundamental que sejam informadas as medidas básicas a serem tomadas em casos de intoxicação.

A seção 5 trata das medidas de combate a incêndios, que devem trazer informações referentes aos meios de extinção apropriados e não apropriados, aos perigos específicos no combate, aos métodos especiais de combate e aos equipamentos de proteção de bombeiros e de brigadistas. É recomendado um maior detalhamento das informações para produtos inflamáveis. Especificadamente, para o setor de tintas tem-se que tomar cuidado, pois pode haver a liberação de gases tóxicos durante a queima.

A seção 6 é fundamental para casos em que haja o vazamento ou o derramamento de produtos perigosos. Essa seção informa as precauções pessoais, ambientais e os métodos de contenção e limpeza. As precauções pessoais incluem medidas para a prevenção da exposição dos indivíduos envolvidos no local exposto. As precauções ambientais objetivam evitar que o produto derramado atinja o meio ambiente. Para isso devem ser utilizados métodos de contenção.

A seção 7 refere-se ao manuseio e armazenamento. Quanto ao manuseio é relevante evidenciar a necessidade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e as indicações que impeçam o risco de incêndio em caso de produtos inflamáveis. Em relação às medidas de armazenamento, por exemplo, tem-se de armazenar o produto em áreas frescas, secas e ventiladas.

A seção 8 é voltada para a questão ocupacional, relacionada à saúde do trabalhador. Essa seção contempla parâmetros de controle de substâncias como os limites de exposição ocupacional e indicadores biológicos. As agências que estabelecem esses limites são a ACGIH (*American Conference of Industrial Hygienists*), o NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) e a OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*). Além disso, contempla os equipamentos de proteção individual adequados para o tipo de produto.

A seção 9 trata sobre as propriedades físico-químicas, abordando sobre alguns parâmetros como estado físico, cor e odor. Essa seção é bastante importante, pois informações como o ponto de fulgor podem indicar a inflamabilidade do produto e o pH, a corrosividade. Além disso, pode justificar a toxicidade de um produto e seu perigo ao meio ambiente.

A seção 10 refere-se à estabilidade e reatividade. O produto fica mais instável quando é armazenado ou manuseado de forma inadequada, provocando reações perigosas.

A seção 11 traz informações toxicológicas sobre os perigos à saúde humana, como: toxicidade aguda, irritação da pele, sensibilização respiratória, dentre outras informações. Além

disso, deve-se indicar o método que está sendo utilizado para estabelecer essa seção. Essa seção deve estar coerente com a seção 3, pois é com base nela que a seção 11 é elaborada.

A seção 12 diz respeito às informações ecológicas, tratando sobre efeitos ambientais, comportamentos e impactos do produto. Informações como mobilidade, persistência, impacto ambiental e toxicidade organismo aquático.

A seção 13 aborda sobre as considerações de tratamento e disposição para o produto, o reprocessamento, a reciclagem ou a decomposição térmica. Os resíduos que não serão utilizados devem ser descartados de acordo com a legislação vigente. Já a embalagem usada não deve ser reutilizada.

A seção 14 traz informações sobre o transporte relacionadas às regulamentações nacionais e internacionais, nos diferentes modais de transporte (terrestre, marítimo e aéreo).

A seção 15 refere-se às informações sobre regulamentações. A FISPQ é destinada às legislações aplicadas ao produto químico, principalmente, legislação do país/região onde a FISPQ está sendo utilizada.

A seção 16 trata sobre outras informações que se referem aos conteúdos que podem ser importantes e que não tenham sido contemplados nas seções anteriores.

No Quadro 2 foi feita a análise de uma FISPQ da tinta Vercryl Acrílico Premium Semi Brilho Pérola. A tinta escolhida para análise é à base de água, um dos tipos mais produzidos na indústria pesquisada.

Quadro 2 - Análise da FISPQ da tinta Vercryl Acrílico Premium Semi Brilho Pérola

Seção	Descrição	Produto
1	Identificação do produto	Nome: Vercryl Acrílico Premium Semi Brilho Pérola
		Empresa: Verbras Indústria e Comércio de Tintas Ltda
		Endereço: Av Padre Joaquim Nonato, 2175, km 31
		Cidade: Demerval Lobão Estado: Piauí CEP: 64390-000
		Telefone: 0800-703-4708 Telefone Emergência: (86) 3215-4700
		Fax: (86) 3227-4431
2	Identificação de perigos	Indicações de perigo: Nocivo para os organismos aquáticos com efeitos duradouros
		Indicações de Prevenção (Prevenção): Usar luvas de proteção /vestuário de proteção/ proteção ocular/ proteção facial
		Indicações de Prevenção (Reação): Lavar a roupa contaminada antes de voltar a usar
		Indicações de Prevenção (Eliminação): Eliminar o conteúdo/recipiente em um ponto de coleta de resíduos especiais ou perigosos.
3		Tipo de produto: Mistura

	Composição e informações sobre os ingredientes	Natureza química: Tinta imobiliária a base de água
4	Medidas de primeiros socorros	Inalação: Tratamento sintomático, se necessário. Não ministrar qualquer substância oralmente se a vítima estiver inconsciente. Procurar atendimento médico.
		Contato com a pele: Remover roupas contaminadas, em seguida lavar com água corrente limpa e sabão. Procurar atendimento médico se apresentar irritação ou outros sintomas.
5	Medidas de combate a incêndio	Meios de extinção apropriados: Espuma, pó químico seco, CO ₂ (dióxido de carbono) ou água.
		Perigos específicos: Pode liberar gases tóxicos durante a queima.
6	Medidas de controle para derramamento ou vazamento	Prevenção da inalação: Evitar a inalação de vapores.
		Prevenção do contato com a pele: Evitar contato com a pele. Utilizar os equipamentos de proteção individual recomendados.
7	Manuseio e armazenamento	Precauções/ Orientações para manuseio seguro: Utilizar equipamentos de proteção individual indicados. Manusear o produto em local fresco e arejado.
		Advertências gerais apropriadas e inapropriadas: Evitar contato com a pele, mucosas e olhos. Não reutilizar a embalagem.
8	Controle de exposição e proteção individual	Proteção das mãos: Luvas de borracha Látex/Neoprene ou outras resistentes a solventes orgânicos.
		Proteção dos olhos: Óculos de segurança para produtos químicos.
9	Propriedades físico-químicas	Estado físico: Líquido
		Forma: Fluída
		Cor: Pérola
10	Estabilidade e reatividade	Estabilidade química: Em condições recomendadas de armazenamento o produto é estável.
		Reatividade: Manter afastado de fontes de ignição, fontes de calor e agentes oxidantes.
11	Informações toxicológicas	Toxicidade aguda cutânea: DL50 > 4000 mg/Kg - Baixa Toxicidade
		Toxicidade Oral LD50 (rat): DL50 > 2000 mg/Kg - Baixa Toxicidade
		Efeitos locais: Não irritante
12	Informações ecológicas	Impacto ambiental: Produto miscível em água.
		Toxicidade em peixe: CL50 - 96hs = > 100,0 mg/L - Produto classificado como não poluente marinho, informação com base em produtos similares (base água).
13	Considerações sobre tratamento e disposição	Produto: Reprocessamento, reciclagem ou decomposição térmica, de acordo com a legislação local vigente.
		Restos de produtos: Resíduos que não serão mais utilizados devem ser descartados de acordo com a legislação vigente
14	Informações sobre transporte	Terrestre: Produto não classificado como perigoso para fins de transporte.

		Marítimo: (IMDG) Produto não classificado como perigoso para fins de transporte.
		Aéreo: (IATA / ICAO) Produto não classificado como perigoso para fins de transporte
15	Informações sobre regulamentações	FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) gerada conforme NBR 14725-2
16	Outras informações	Referências bibliográficas/Legenda

Fonte: Adaptado de Verbras (2021).

Através da análise da FISPQ da empresa Verbras foi possível observar que ela atende aos preceitos da NBR 14725-4:2010, em todas as dezesseis seções. Inclusive sua FISPQ está melhor apresentada, pois utiliza várias tabelas, que facilitam a visualização das seções, quando comparada à FISPQ de empresas multinacionais como, a BASF. Vale ressaltar, que a FISPQ não destaca o termo logística reversa em seu conteúdo, apenas informa que os resíduos devem destinados em ponto de coleta de resíduos especiais sem identificar esse local.

4.4 Aspectos relacionados à segurança do trabalho

As situações que podem ocasionar danos à segurança e à saúde dos trabalhadores são diversas (máquinas, equipamentos e ferramentas ou organização de trabalho) devido à presença de agentes conforme sua natureza, concentração, intensidade e tempo de exposição. De acordo com a Norma Regulamentadora 9 (NR-9) e RN-17, os riscos são classificados em físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente.

Na indústria visitada não foram disponibilizados os mapas de riscos. Desse modo, as informações foram descritas com base na observação realizada durante a visita para coleta de dados.

Os agentes físicos que os trabalhadores podem estar expostos são ruídos, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som (BRASIL, 2017). As fontes de ruído principal na indústria são dos misturadores em que são misturados os componentes das tintas, não identificando-se barreiras acústicas para esses equipamentos. Os funcionários ficam expostos a esse agente durante todo o período de trabalho, e como medida atenuadora são utilizados abafadores, mas poderiam ser utilizadas barreiras acústicas. Contudo, não foi possível identificar se o tipo de abafador é realmente adequado para o nível de exposição.

Em relação aos agentes químicos, referem-se às substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas,

neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão (BRASIL, 2017).

Na fábrica Verbras, o risco químico está associado às atividades de pesagem/dosagem dos componentes, na movimentação dos produtos químicos, na mistura e dispersão, no controle de qualidade, na lavagem dos equipamentos e enchimento, sendo que os agentes podem causar asfixia e incêndio, por exemplo. Como medidas de proteção individual, durante a visita, observou-se que os trabalhadores utilizavam óculos, máscaras e alguns utilizavam avental de plástico. Como medidas de proteção coletiva foram identificados chuveiros e extintores.

Consideram-se agentes biológicos, bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros (BRASIL, 2017). Através da visita não foi possível identificar esse risco.

Os riscos ergonômicos referem-se à adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores e se relacionam diretamente à organização do trabalho, ao ambiente laboral e ao trabalhador (BRASIL, 2017). Os trabalhadores exercem a atividade de forma repetitiva, durante a visita não possível identificar medidas de proteção.

A categoria risco de acidente está associado a quedas, corte, incêndios e eletricidade (BRASIL, 2017). Este também está presente em todas as atividades da empresa.

Alguns aspectos relacionados à segurança do trabalho precisam de uma maior atenção, como os níveis de ruído provocado pelas máquinas, o nível de exposição a certos produtos químicos e quanto as medidas de proteção coletiva e individual

4.5 Considerações sobre a visita à Verbras

A visita foi realizada em setembro de 2019 e contribuiu para o conhecimento das atividades do setor, mais especificamente: matérias-primas (tipo e origem), processo produtivo, produtos, consumo de água e energia, informações sobre riscos à segurança dos trabalhadores da indústria.

Estavam previstas novas visitas à Verbras para complementação da coleta de dados e, também, à Semar (órgão ambiental que emitiu as licenças dessa empresa) para acesso aos estudos ambientais. Contudo, devido à pandemia causada pela covid-19, não foi possível seguir esse planejamento. Assim, identificou-se subsídios para a elaboração da ACVO, através de dados secundários de indústrias do mesmo setor, localizadas no Brasil, conforme poderá ser verificado na próxima seção.

5 NÍVEL DE MATURIDADE AMBIENTAL DE INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE TINTAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL²

Resumo

As tintas têm diversas aplicações, como em edifícios, automóveis, estradas, entre outras. Como qualquer outro setor, este também causa impactos ambientais, como o consumo de recursos naturais não renováveis e a emissão de poluentes atmosféricos. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia utilizada para a identificação de impactos ambientais potenciais de produtos, processos e serviços em seus diferentes estágios do ciclo de vida. Mais recentemente, foi proposta a Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional (ACVO) que possui uma perspectiva mais desafiadora, pois avalia a organização como um todo. Este trabalho tem por objetivo analisar o conteúdo divulgado pelos fabricantes de tintas imobiliárias sobre as suas práticas de sustentabilidade, a fim de identificar se o que é fornecido nas suas plataformas digitais é suficiente para identificar a maturidade ambiental e elaborar uma ACVO. Para isso, foram investigados os documentos disponíveis nos sites das fabricantes de tintas e quatro estágios de maturidade foram definidos e avaliados. Foram identificadas quarenta e nove empresas, em que se constatou que cerca de 10% delas estão no último nível (estágio mais avançado) de maturidade ambiental. Os elementos utilizados para estabelecer os níveis, como a FISPQ, o detalhamento das etapas do processo produtivo através do fluxograma, os relatórios, o Sistema de Gestão Ambiental por meio da ABNT ISO 14001:2015 e o programa *Coatings Care* são importantes para a elaboração da ACVO. No entanto, para sua preparação é necessário um acompanhamento direto, bem como conhecer especificidades, como as quantidades de matérias-primas, o consumo de água e o consumo de energia.

Palavras-chaves: indústria de tintas, impacto ambiental, ABNT ISO/TS 14072:2019.

5.1 Introdução

A utilização de tintas e pigmentos tem, ao longo da história, um papel significativo para a expressão, o registro e o legado da humanidade. Pode-se dizer que esses produtos evoluem conforme o desenvolvimento das civilizações em todo o mundo (SOUZA; GIANEZINI; WATANABE, 2018). Assim, na contemporaneidade, as tintas e os pigmentos representam um setor importante para muitas economias.

A indústria de tintas causa diversos impactos no meio ambiente, como emissão de poluentes atmosféricos, consumo de materiais não renováveis, dentre outros. Apesar disso, o setor já tem alcançado progresso em suas atividades de proteção ao meio ambiente, tais como o programa Tintas de Qualidade e a certificação *Coatings Care*. Desse modo, essa categoria pode se beneficiar ainda mais com a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que é uma ferramenta que possibilita a identificação de oportunidades na melhoria ambiental de produtos,

² Artigo publicado para no Anais do VII Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de Vida - <https://www.ufrgs.br/gcv2020/wp-content/uploads/2021/01/GCV-2020-Volume-I.pdf>

a seleção de indicadores de desempenho ambiental, bem como a rotulagem ambiental (ABNT, 2014).

Mais recentemente, foi divulgada a Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional (ACVO) que instituiu a identificação dos processos, atividades e etapas do ciclo de vida de produtos e serviços, com uma maior contribuição para os impactos ambientais (ABNT ISO/TS, 2019). Nesse sentido, a ACVO é um método cuja finalidade é fornecer informações de como reduzir os impactos de produtos e organizações sob uma perspectiva global (MARTÍNEZ-BLANCO *et al.*, 2015).

O estudo da ACVO pode ser subsidiado por várias ferramentas que podem auxiliar e facilitar na sua elaboração. No momento em que as empresas apresentam no seu escopo alguma norma, estudo ambiental, inventários, equipes que planejam, analisam e gerenciam informações ambientais, a ACVO torna-se mais viável (CAMARGO *et al.*, 2018). Diante disso, é importante conhecer a situação das indústrias de tintas imobiliárias quanto ao aspecto ambiental e quais subsídios elas apresentam para elaboração de uma ACVO.

A Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas (ABRAFATI) já tem desenvolvido iniciativas para promover o atendimento das demandas da sustentabilidade. Como exemplo, tem-se o programa *Coatings Care*, que foi criado originalmente nos Estados Unidos em 1996 por sua associação dos fabricantes de tintas, *National Paint and Coatings Association* (NPCA) (ROTTA *et al.*, 2011).

Além disso, muitas empresas já adotam a ABNT ISO 14001:2015 que especifica os requisitos do Sistema de Gestão Ambiental e permite que a organização desenvolva uma estrutura de proteção ao meio ambiente. Nessa norma está inserido o conceito de percepção de ciclo de vida nos procedimentos internos. (ABNT, 2015b). Entretanto, a mesma não estabelece a ACV como meio de atender as exigências relacionadas ao pensamento em ciclo de vida. Construir as etapas e perfis do ciclo de vida demonstra maior maturidade para a realização de uma ACVO. Nesse sentido, a adoção da prática de ACV e ACVO representam proatividade das empresas, já que não há exigência legal para adotar essas perspectivas.

Nesse contexto de iniciativas ambientais, a maturidade ambiental refere-se a maneira como as empresas reagem às questões do meio ambiente. Os modelos de maturidade preveem uma avaliação contínua, que possibilita à empresa comparar seus processos com as melhores práticas ambientais (JABBOUR; JABBOUR, 2009). Dessa forma, quanto maior for a maturidade da empresa, melhor será o seu desempenho ambiental.

Diante disso, este trabalho tem por objetivo analisar as informações que os fabricantes de tintas declaram sobre os aspectos ambientais e práticas de sustentabilidade, a fim de

identificar se o que é fornecido nas suas plataformas digitais é suficiente para identificar a maturidade ambiental, além da elaboração de uma ACVO.

5.2 Metodologia

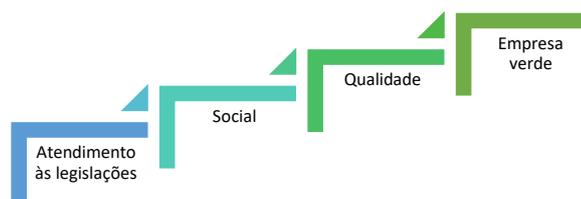
Inicialmente, foram identificadas 49 fabricantes de tintas através do site da ABRAFATI, nesse trabalho optou-se por não identificá-las através do nome. A partir disso, foram investigados os documentos disponíveis referentes ao aspecto ambiental nos sites das mesmas. Além disso, foi realizada uma busca no site do INMETRO para identificar se as empresas possuem certificação ambiental ABNT ISO 14001:2015 e ABNT ISO 9001:2015. Vale ressaltar que, de acordo com a revista Valor (2019), existem 2400 fabricantes de tintas no Brasil, assim as indústrias de tintas identificadas nesta pesquisa representam cerca de 2% desse universo. Além disso, através de contato telefônico à ABRAFATI, foi informado que seus associados representam cerca de 80% do volume de tintas produzidas no Brasil.

A partir da análise do Guia Ambiental Técnico de Tintas e Vernizes da CETESB (2008), das informações divulgadas no site da ABRAFATI, dos dados encontrados nos sites das fabricantes, além das licenças ambientais encontradas nos sites dos órgãos ambientais estaduais em que estão situadas as indústrias pesquisadas. Com esses dados, foram determinadas as variáveis para analisar a maturidade ambiental das mesmas.

Diante da análise do que cada variável representa em termos ambientais para as indústrias de tintas, foram utilizados, como norteadores, os seguintes elementos: certificação por meio da ABNT ISO 14001:2015; informações em relatórios, como: controle de emissões, tratamento de efluentes, tratamento de resíduos sólidos; Ficha de Informação de Segurança dos Produtos Químicos (FISPQ); programa *Coatings Care*; certificação por meio da ABNT ISO 9001:2015; certificação Tintas de qualidade e iniciativas associadas à responsabilidade socioambiental.

Os estágios de maturidade ambiental estão representados na Figura 1. O primeiro estágio é o mais baixo e o último estágio é o mais alto (melhor nível de maturidade no contexto pesquisado).

Figura 1 – Níveis de maturidade ambiental



Fonte: próprio autor (2020).

Os critérios a serem atendidos em cada estágio são os seguintes:

- Atendimento às legislações: a organização cumpre os requisitos estabelecidos na legislação ambiental relacionada ao setor.
- Social: a empresa adota medidas socioambientais.
- Qualidade: a empresa possui certificação Tintas de Qualidade e ABNT ISO 9001:2015.
- Empresa verde: a organização compartilha as suas práticas ambientais, adota a ABNT ISO 14001:2015 e participa do programa *Coatings Care*.

5.3 Resultados

5.3.1 Nível de maturidade

Através das análises do Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes da CETESB (2008), das informações que são divulgadas no site da ABRAFATI e das informações disponibilizadas pelas empresas, foi possível identificar que os impactos mencionados com mais frequência são emissões atmosféricas, geração de efluentes líquidos e de resíduos sólidos.

Para o nível de maturidade “atendimento às legislações” foram consideradas variáveis atendimento à Lei 12.035/2010 no que se refere ao tratamento de efluentes, à ABNT NBR 10004 que trata sobre resíduo sólido, à ABNT NBR 14725 sobre a FISPQ e realizar controle das emissões atmosféricas. Esse nível foi considerado o primeiro; pois são requisitos importantes para que a empresa esteja regularizada ambientalmente. Apesar de serem itens obrigatórios, apenas 78% das empresas declaram em seus sites possuir central de tratamento dos efluentes líquidos e tratamento dos resíduos sólidos e 100% possuem a FISPQ. Para a variável controle de emissões, 78% das empresas afirmaram que possuem meios de diminuir essas emissões. A partir das análises, constatou-se que trinta e oito empresas atenderam a esses critérios simultaneamente. Evidencia-se que as empresas que não estão nesse grupo são as que não apresentaram informações nos sites e nem nos documentos disponíveis nos órgãos ambientais responsáveis pelo seu licenciamento.

Vale ressaltar que, na licença de operação disponibilizada por uma das empresas, é mencionado que um projeto que se enquadre em fabricação de tintas deve considerar a necessidade de manutenção e limpeza no sistema de tratamento de efluentes por empresa devidamente licenciada ambientalmente; os resíduos classificados como perigosos devem ser armazenados e acondicionados de acordo com a NBR 12235; cumprir as diretrizes firmadas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) em sua integridade, fornecendo treinamento aos funcionários sobre os procedimentos neles contidos e apresentar a correta

destinação final dos resíduos gerados na atividade; os resíduos classe I (perigosos) tais como, embalagens de tintas devem ser encaminhadas para empresa licenciada ambientalmente.

O que há em comum a todos fabricantes é a FISPQ que fornece informações sobre as matérias-primas que são utilizadas em cada tipo de tinta. Esta ficha traz também informações sobre os riscos envolvidos na utilização do produto, bem como os procedimentos de segurança e manuseio adequados, indicando a melhor forma de manuseio, transporte e descarte. Como através da FISPQ é possível identificar as matérias-primas que são utilizadas nos produtos, a partir dessa informação, é possível, também, investigar na literatura científica como elas são extraídas. Consequentemente, essa ficha é uma importante fonte para a elaboração da ACVO.

No entanto, apenas a FISPQ não possibilita a elaboração de uma ACV/ACVO, pois ela não revela, por exemplo, a composição do produto. Além disso, não dispensa o contato direto com o fabricante, pois a referida ficha não contém informações como consumo de energia, emissões atmosféricas diretas e quantidade de resíduos gerados.

Para o nível de maturidade ambiental “aspecto social” foram consideradas as empresas que declaram praticar ações socioambientais. Nesse aspecto, 57% demonstram preocupação com a responsabilidade socioambiental. Isso corresponde a vinte e oito empresas.

A responsabilidade socioambiental representa que as empresas estão desenvolvendo práticas que envolvem as comunidades vizinhas. Na pesquisa foi possível identificar que o relacionamento das empresas em estudo com as comunidades locais é satisfatório e engloba várias atividades. As organizações se envolvem com prefeituras, escolas, creches e outras instituições objetivando a realização de programas educativos e comunitários na área de conservação do meio ambiente.

Como exemplo de medidas socioambientais divulgadas por essas empresas, pode-se mencionar: doação de tintas, capacitação de pintores, aproveitamento de espaços através da pintura e conscientização sobre o consumo consciente de energia. Assim, a maturidade ambiental também está relacionada com a capacidade de articulação da empresa com seus diversos públicos de interesse.

Para o nível de maturidade “qualidade” são considerados como fatores importantes: a empresa possuir certificação Tintas de Qualidade e possuir ABNT ISO 9001:2015. A qualidade foi considerada como o terceiro nível pois, supõe-se que as organizações estão mais preocupadas com esse aspecto, já que reflete diretamente na venda dos produtos. Vale ressaltar que, apesar dessas duas variáveis se referirem à qualidade, a Certificação Tintas de Qualidade é mais simples para uma empresa obter, já a certificação por meio da ABNT ISO 9001:2015 é mais criteriosa. A partir disso, foi possível identificar que 78% das empresas adotam o primeiro

critério e 39% apresentaram certificação ABNT ISO 9001:2015. Assim, constatou-se que dezenove empresas atendem os dois critérios estabelecidos para o nível qualidade.

A certificação Tintas de Qualidade é realizada pelo Programa Setorial da Qualidade de Tintas Imobiliárias que é uma ferramenta orientada pelas normas técnicas, nas quais quatro se destacam por serem de especificação: tintas látex (NBR 15079), massas niveladoras (NBR 15348), esmaltes brilhantes/tinta a óleo (NBR 15494) e vernizes brilhantes à base de solvente para uso interior (NBR 16211) (TESIS, 2020). Diante disso, é esperado que o consumidor tenha a segurança de utilizar uma tinta que apresenta padrões mínimos exigidos pelas normas.

Adicionalmente, algumas empresas são certificadas pela ABNT ISO 9001:2015. Apesar de não estar diretamente relacionada à gestão ambiental, essa norma certifica os Sistemas de Gestão de Qualidade (SGQ) com o intuito de garantir a otimização de processos, maior agilidade no desenvolvimento de produtos e produção mais ágil, a fim de satisfazer os clientes. Esses aspectos de qualidade também auxiliam no atendimento de aspectos ambientais dessas empresas.

A implementação dessa e de outras normas representa um diferencial competitivo, pois a ABNT ISO 9001:2015 assegura boas práticas de gestão e relacionamento entre clientes e fornecedores. A empresa que adota a referida certificação, consegue ter uma produção mais ágil com processos inteligentes, passando a planejar e a controlar de forma sistemática as rotinas de trabalho, com a eliminação do retrabalho e a redução de custos (ABNT, 2015a).

Para o nível de maturidade “empresa verde”, foram consideradas as variáveis informações em relatórios, certificação *Coatings Care* e ABNT ISO 14001:2015. Esse nível foi considerado o quarto e último nível de maturidade, pois as empresas que adotam essas variáveis correspondem àquelas que possuem melhor desempenho ambiental, no contexto pesquisado. Assim, 8% apresentam informações em relatórios, 53% das empresas apresentaram certificação *Coatings Care* e 10% possuem certificação ABNT ISO 14001:2015. Nesse nível, apenas cinco empresas atendem integralmente os três critérios estabelecidos.

As informações em relatórios demonstram transparência da empresa e apresentam os indicadores sociais, econômicos e ambientais. Este representa um instrumento de gestão e comunicação. Dentre as atividades divulgadas nesses relatórios, uma das empresas informou que na administração dos produtos, para garantir a segurança e a sustentabilidade, é considerada toda a cadeia de valor, desde a extração de matérias-primas, produção e distribuição, fabricação, transporte, marketing e aplicação, até o fim de vida útil. Isso significa que a empresa adota uma perspectiva de ciclo de vida.

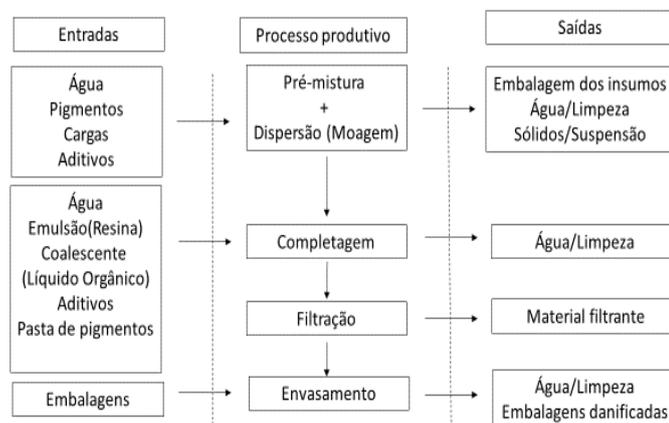
O Programa *Coatings Care* representa um modelo de gestão ambiental e ocupacional que define critérios relacionados ao gerenciamento da produção (subdividido em segurança, meio ambiente e processos industriais), transporte e distribuição, responsabilidade comunitária e gestão do produto. A efetivação desse programa abrange diversas áreas em uma empresa, tais como desenvolvimento de produto, produção, logística, marketing, vendas, alta administração, meio ambiente e segurança (ROTTA *et al.*, 2011).

As empresas participantes desse programa são avaliadas em termos de recursos disponibilizados e melhoria contínua do seu desempenho em Meio Ambiente, Segurança e Saúde Ocupacional. A participação impõe o comprometimento real da direção na implementação efetiva das práticas do programa. A promoção de avaliações constantes permite monitorar e comparar a situação da empresa em relação a indicadores como consumo de água e energia, disposição de resíduos e ocorrência de acidentes do trabalho (ROTTA *et al.*, 2011).

Dentre os vários fatores que podem indicar a maturidade ambiental o mais evidente é o SGA estabelecido pela ABNT ISO 14001:2015, pois ao adotar essa norma há a exigência de conformidade com vários regulamentos. Dessa forma, o fato de a empresa possuir essa certificação indica que ela está em um nível mais elevado de maturidade ambiental e possui os benefícios relacionados às ações ambientais que ela implementa. Essas empresas estão mais próximas do maior nível de maturidade, considerados neste trabalho, pois essa ação proativa tem relevância sobre questões ambientais no processo de tomada de decisão e na abordagem estratégica para avaliar o SGA da organização.

Outro aspecto presente nos sites é a forma como são produzidas as tintas. Na Figura 2 é apresentado um fluxograma da produção da tinta base água. Apesar dessa representação, o fluxograma pode variar de uma empresa para outra. Através das pesquisas foi possível identificar as principais entradas, as etapas do processo produtivo e as principais saídas.

Figura 2 – Fluxograma da produção da tinta base água



Fonte: Adaptado de Guia técnico Ambiental Tintas e Vernizes (2019).

Conforme orientação do Guia Técnico Ambiental de Tintas e Vernizes (2019), os procedimentos de fabricação da tinta à base de água envolvem a pré-mistura e dispersão. Em seguida, tem-se a etapa de completagem essa é feita em um tanque provido de agitação adequada onde são adicionados água, emulsão, aditivos, coalescentes e o produto da dispersão. Por fim, são realizadas a filtração e o envase essas etapas ocorrem simultaneamente. A produção de tintas base água surge como alternativa para a redução de VOC.

5.3.2 Elaboração da Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional

Para a elaboração da ACVO baseado na ABNT ISO 14072:2019, de formal geral, é necessário conhecer toda a organização, o que inclui atividades desde a extração de matérias-primas até a eliminação do resíduo. Esse procedimento inclui definir objetivo e escopo, análise do inventário, avaliação de impacto e interpretação, semelhante ao que é estabelecido na ACV normatizada pela ABNT ISO 14040.

A fase de definição de objetivo e escopo inclui a fronteira do sistema e o nível de detalhamento, que podem variar em função do objetivo do estudo. A segunda fase, Inventário do Ciclo de Vida (ICV), compreende todas as entradas (por exemplo, energia, água e materiais) e saídas (por exemplo, produtos, coprodutos, resíduos e emissões para o ar, água e solo) relacionadas às atividades envolvidas no limite do sistema. Nesse sentido, a FISPQ e o fluxograma podem auxiliar na elaboração do ICV sem a realização de uma visita ao local. A fase de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida objetiva prover informações adicionais para apoiar a avaliação dos resultados do ICV, possibilitando melhor entendimento de sua significância ambiental. A fase final é a interpretação do ciclo de vida, na qual os resultados são discutidos para as conclusões, recomendações e tomada de decisão de acordo com a definição do objetivo e escopo (ABNT, 2019). A fase de ICV é a que demanda mais informações, já as demais fases podem ser realizadas de forma independente.

Diante do que foi encontrado nos sites das empresas, percebe-se que o Programa *Coatings Care* é uma boa fonte de informações para a elaboração da ACVO, pois para a empresa ser certificada por esse programa, precisa fazer um levantamento preliminar, que envolve a determinação dos requisitos, objetivos e informações necessárias para iniciar a prática de gestão; fazer um planejamento para ajustar as atividades identificadas no estágio preliminar; verificar a operação para demonstrar o nível de conformidade com a prática; e realizar revisões para a melhoria contínua na prática de gestão. Além disso, as empresas precisam fazer uma avaliação do desempenho considerando aspectos de consumo de água, consumo de energia elétrica, resíduos sólidos perigosos e lesões graves (ABRAFATI, 2011).

O fato de algumas empresas seguirem a ABNT ISO 14001:2015 também pode possibilitar a implementação da ACVO, já que um dos pré-requisitos para a certificação dessa norma é que a empresa tenha dados referentes ao impacto ao meio ambiente e um levantamento minucioso da sua situação. Já a certificação ABNT ISO 9001:2015 e a certificação Tinta de Qualidade podem ajudar na elaboração da ACVO na medida em que precisam estar conforme normas de qualidade, em que controlam de forma sistemática as rotinas de trabalho e adotam medidas ecoeficientes.

As informações da forma como foram encontradas nos sites, apesar de auxiliarem na elaboração da ACVO, ainda não são suficientes para sua implementação, pois para desenvolvê-la é necessário conhecer de forma detalhada, por exemplo, as quantidades de matérias-primas, o consumo de água e o consumo de energia.

Alguns dos desafios para a elaboração de ACVO já foram descritos nos trabalhos como de Camargo *et al.* (2018), Martínez-blanco, Forin e Finkbeiner (2019), que descrevem que existe uma grande quantidade de dados diferentes nas cadeias de suprimentos, qualificação de mão de obra e necessidade de promover ainda mais a construção do banco de dados na ACV brasileira, além da apresentação de resultados e de medidas ambientais, não apenas internamente nas empresas, mas também externamente.

5.4 Conclusão

Visando evidenciar os esforços na área ambiental, este estudo teve como objetivo avaliar o nível de maturidade ambiental das empresas do setor de tintas. Os quatro estágios propostos são apropriados para explicar esse empenho: atendimento as legislações, social, qualidade e empresa verde.

Assim, constatou-se que trinta e oito empresas estão no nível atendimento as legislações, vinte e oito estão no nível social, dezenove estão no nível qualidade e cinco no nível empresa verde.

As organizações tendem a começar com a implementação da gestão ambiental devido aos requisitos legais. Posteriormente, as empresas passam a estabelecer os aspectos de qualidade do produto e socioambientais. Quando as empresas verdes passam a adotar medidas onde o aspecto ambiental é visto como fonte para gerar lucros, e essas empresas passam a ser referências no aspecto ambiental. Embora as empresas alcancem esse último estágio de maturidade estabelecido, ainda devem buscar avanços na perspectiva ambiental, através, por exemplo, de adoção de metodologias como ACV e ACVO.

Instrumentos como o FISQP podem ser úteis para a implementação das ferramentas do ciclo de vida. Nesse caso, as quantidades poderiam ser indicadas, excetuando-se quando o segredo industrial está na quantidade e não nos processos. Também, na maioria das vezes, as informações quantitativas não são importantes para a reprodução dos processos por terceiros, mas são úteis para quem conduz uma ACVO.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (422087/2018-1) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Piauí - FAPEPI pelo financiamento de projetos de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABRAFATI. **O setor de tintas no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.abrafati.com.br/o-setor-de-tintas-no-brasil/>. Acesso em: 10 de ago. de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14725-4**: Produtos químicos: informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 4: ficha de informações de segurança de produtos químicos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044**: gestão ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida: requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001**: sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001**: sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/TS 14072**: Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida: Requisitos e diretrizes para a avaliação do ciclo de vida organizacional. Rio de Janeiro: ABNT ISO/TS, 2019.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasil, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 20 de ago. de 2020.
- CAMARGO, A. M. de *et al.* The implementation of organizational LCA to internally manage the environmental impacts of a broad product portfolio: an example for a cosmetics, fragrances, and toiletry provider. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 24, n. 1, p. 104-116, 30 jul. 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-018-1502-4>.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes – Série P+L**. São Paulo: CETESB, FIESP, 2008.
- JABBOUR, A. B. L.; JABBOUR, C. J.C. Are supplier selection criteria going green? Case studies of companies in Brazil. **Industrial Management & Data Systems**, v. 109, n. 4, p. 477-495, 24 abr. 2009. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570910948623>.
- MARTÍNEZ-BLANCO, J. *et al.* Organizational LCA: the new member of the lca family.:introducing the unep/setac life cycle initiative guidance document. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 20, n. 8, p. 1045-1047, 10 jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-015-0912-9>.
- MARTÍNEZ-BLANCO, J.; FORIN, S.; FINKBEINER, M. Challenges of organizational LCA: lessons learned from road testing the guidance on organizational life cycle assessment. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 25, n. 2, p. 311-331, 1 nov. 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-019-01699-3>.

ROTTA, A. P. M. C. *et al.* Coatings Care - Manual do Programa no Brasil. 1. ed. São Paulo: ABRAFATI, 2011. v. 1.

SOUZA, A. G. R.; GIANEZINI, M.; WATANABE, M. PANORAMA DO SETOR DE TINTAS NO BRASIL: mercado, gestão e tecnologias para o segmento de tintas imobiliárias. **Revista Gestão Inovação e Tecnologias**, v. 8, n. 3, p. 4430-4446, 15 set. 2018. Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual.
<http://dx.doi.org/10.7198/geintec.v8i3.1110>.

TESIS. **Resumo executivo do relatório setorial nº 67**: Tesis, 2020.

VALOR. **Vendas de tintas imobiliárias**. Disponível em:
<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2019/06/05/venda-de-tintas-imobiliarias-cresceram-menos-em-2019.ghtml>. Acesso: 6 de ago. de 2020.

6 SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ORGANIZACIONAL EM INDÚSTRIAS DE TINTAS IMOBILIÁRIAS

Resumo

A indústria de tintas oferece produtos com a função de colorir, proteger e embelezar diferentes superfícies. No contexto atual, aferir a sustentabilidade ambiental dos produtos tornou-se uma tarefa relevante. Nesse sentido, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método usado para identificar e avaliar os impactos ambientais associados aos produtos, processos e serviços durante o seu ciclo de vida. Recentemente, foi proposta a Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional (ACVO) que possui uma perspectiva mais desafiadora, pois avalia a organização como um todo. Desse modo, para que o resultado da ACVO reflita um bom desempenho ambiental para a organização, é necessário que as práticas ambientalmente adequadas sejam incorporadas de forma sistêmica. No Brasil, mesmo a ACV ou as demais ferramentas com a mesma perspectiva e abordagens diferentes (social e econômica) ainda são pouco utilizadas pelas organizações empresariais, por vários motivos: poucos recursos humanos preparados para condução das mesmas (a maioria está concentrada nas universidades) e baixa disponibilidade de bancos de dados com dados brasileiros. Este trabalho tem como objetivo identificar subsídios para a elaboração da ACVO por meio de instrumentos ou práticas já adotadas pelas organizações brasileiras. Para isso, foram investigados os documentos disponíveis nos sites das fabricantes de tintas, tais como: a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), relatórios de sustentabilidade/responsabilidade socioambiental, relatórios relacionados ao Sistema de Gestão Ambiental (com base na ABNT ISO 14001:2015) e nas licenças ambientais (procedimento administrativo obrigatório para esse tipo de empreendimento no Brasil). Embora tenham sido pesquisadas indústrias de tintas imobiliárias de todos os estados brasileiros, foram identificados relatórios anuais de três empresas que possuem ISO 14001 e as licenças ambientais de 25 empresas de tintas, nas quais foram analisadas as localizadas em São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná, pois são os únicos estados cujos órgãos ambientais disponibilizam esses documentos em ambiente virtual. Através disso, foi possível encontrar subsídios que podem auxiliar na elaboração da ACVO, tais como: informações sobre equipamentos com suas respectivas potências, matérias-primas, efluentes líquidos e resíduos sólidos. No entanto, constatou-se também que a ACVO, assim como a ACV e as demais ferramentas do ciclo de vida, demandam dados mais específicos do que é possível resgatar nos documentos identificados. Confiabilidade, exatidão (consumo de água, energia, matérias-primas, por exemplo) e uma razoável cobertura temporal são elementos indispensáveis que só são possíveis conhecer quando há uma receptividade da organização no fornecimento de dados, assim como experiência do executor da ferramenta na mineração, organização e interpretação dos resultados.

Palavras-chave: indústria de tintas; impacto ambiental; ABNT ISO/TS 14072:2019.

6.1 Introdução

As tintas e os pigmentos estão inseridos em um setor importante para muitas economias, incluindo a do Brasil, quinto maior consumidor global, atrás dos Estados Unidos da América, China, Índia e Alemanha. O Brasil apresenta posição de liderança e referência em qualidade de tintas imobiliárias e na eliminação do chumbo em tintas na América Latina (CARRILLO, 2019).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2013), tinta é uma composição química formada por uma dispersão de pigmentos em uma solução ou emulsão de um ou mais polímeros, que ao ser aplicada sobre uma superfície, transforma-se em um filme a ela aderente, com a finalidade de colorir, proteger ou embelezar.

O setor de tintas e vernizes, composto por produtos das linhas imobiliária, industrial e automotiva, tem números expressivos e grande potencial para crescimento. Em 2020, foram produzidos 1,623 bilhão de litros de tintas no Brasil, sendo a linha imobiliária a mais representativa. O histórico de desempenho do setor indica que o mercado de tintas cresce em um nível semelhante ao da economia brasileira (ABRAFATI, 2021).

A escolha da tinta deve ter como critério a superfície na qual será aplicada: alvenaria, madeira ou metal. Além disso, o ambiente em que será aplicada: interno ou externo e o tipo de cômodo, já que para banheiros ou imóveis no litoral, por exemplo, existem tintas apropriadas. Após isso, é importante verificar se atendem as especificidades mínimas das normas técnicas brasileiras (ABRAFATI, 2021).

Outro setor diretamente relacionado ao de tintas é o da construção civil. Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) mostram que depois de um ano de retração por conta da pandemia do novo coronavírus (COVID-19), a construção civil deverá ter, em 2021, o maior crescimento para o setor nos últimos 8 anos. No final de 2020, a referida Câmara apresentou uma perspectiva de crescimento de 4% no ano, depois de recuar 2,8% em 2020 (CBIC, 2021).

Os componentes utilizados na produção das tintas emitem compostos orgânicos voláteis, que contribuem para a poluição atmosférica, prejudicam a saúde do trabalhador durante a fase de aplicação, como também reduzem a qualidade do ar presente no interior de edifícios, afetando a saúde dos usuários (SATTLER, 2006; MERTEN *et al.*, 2016). Apesar disso, a indústria de tintas já tem alcançado algum progresso em suas atividades de proteção ao meio ambiente, por meio da utilização de várias tecnologias para a formulação de produtos sem odor, com o menor teor de compostos orgânicos voláteis e da substituição de pigmentos à base de metais pesados (CETESB, 2008).

Siyab *et al.* (2016), por exemplo, propuseram em sua pesquisa a redução da dependência de matérias-primas à base de petróleo e de alto impacto ambiental na produção de tintas, através da aplicação de uma variedade de técnicas com produtos de base biológica. Como resultado do trabalho, eles demonstraram que, por meio de uma seleção cuidadosa de monômero de base biológica, os revestimentos podem ser reformulados com desempenho e durabilidade equivalentes aos revestimentos à base de petróleo.

No Brasil, foi instituída a Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e apresentado a todos os setores, incluindo o de tintas, um desafio para seus mercados de atuação no caráter ambiental. Esta lei apresenta uma relação de responsabilidade compartilhada entre o poder público, fabricantes, comerciantes e consumidor final no que se refere ao gerenciamento do ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010). Aliada a mesma, existem outros dispositivos legais que ajudam a controlar os impactos ambientais gerados a partir das atividades dessas indústrias. No Quadro 8 são apresentados esses dispositivos legais no âmbito brasileiro.

Para amenizar os efeitos negativos da extração de matérias-primas, produção, transporte, uso e descarte de materiais, é preciso conhecer os seus aspectos e impactos ambientais. Diante disso, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia amplamente utilizada para avaliar os impactos dos produtos, processos e serviços em todos os estágios do seu ciclo de vida. Há vários estudos com a utilização dessa ferramenta para produtos de construção civil (PIEKARSKI *et al.*, 2017; IRIBARREN *et al.*, 2015; COLANGELO *et al.*, 2018).

As pesquisas que tratam de ACV no setor de tintas incluem avaliações de sustentabilidade de tintas aplicadas em prédios históricos (BONOLI; FRANZONI, 2019), revestimentos de madeira (MONTAZERI; ECKELMAN, 2018) e pinturas com nanomateriais (HISCHIER *et al.*, 2015). Desse modo, essa categoria pode se beneficiar com a aplicação da ACV, pois possibilita a identificação de oportunidades na melhoria ambiental de produtos e a seleção de indicadores de desempenho ambiental (ABNT, 2014).

Mais recentemente, foi divulgada, no Brasil, por meio da ABNT, a Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional (ACVO) que instituiu a identificação dos processos, atividades e etapas do ciclo de vida de produtos e serviços, com uma maior contribuição para os impactos ambientais (ABNT ISO/TS, 2019), baseada na norma estabelecida pela International Organization for Standardization (ISO) Technical Specification (TS) 14072:2014. Nesse sentido, a ACVO é uma ferramenta cuja finalidade é fornecer informações de como reduzir os impactos de produtos e organizações sob uma perspectiva global (MARTÍNEZ-BLANCO *et al.*, 2015).

Apesar de haver vários trabalhos referentes à ACV de materiais da construção civil, poucos foram divulgados no âmbito da ACVO, inclusive, sobre indústrias de tintas, não foram identificadas pesquisas com essa abordagem. Dessa forma, este estudo objetiva identificar subsídios para execução da ACVO a partir de instrumentos e ferramentas vigentes há mais tempo, como o licenciamento ambiental (obrigatório no contexto brasileiro), Ficha de

Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) e Sistema de Gestão Ambiental (utilizado para certificação ambiental de organizações com base na ABNT NBR ISO 14001:2015).

6.2 A Avaliação do Ciclo de Vida e Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional

De acordo com a ABNT NBR 14040 (2014), a ACV é uma ferramenta para estimar e avaliar o desempenho ambiental de produtos, processos e serviços, a partir dos seus potenciais impactos ambientais. Em uma primeira etapa, são definidos objetivo e escopo/abrangência do estudo. Depois disso, todas as entradas relevantes de recursos e energia e todas as saídas são resumidas em um modelo de Inventário de Ciclo de Vida (ICV). Na terceira etapa, denominada Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV), as equivalências para os fluxos de entrada e saída são calculadas em relação as categorias de impactos definidas para o estudo, a fim de determinar os possíveis impactos ambientais do sistema examinado. A quarta etapa consiste na interpretação dos resultados.

Recentemente, foi divulgada a ACVO que é uma compilação e avaliação dos insumos, produtos e potenciais impactos ambientais das atividades associadas a uma organização, adotando, também, uma perspectiva de ciclo de vida. A análise da organização, geralmente, inclui mais de um produto, assim, todo o conjunto de bens e serviços fornecidos pela organização é avaliado ao mesmo tempo (ABNT, 2019).

A ACVO é uma abordagem de ciclo de vida que visa apoiar a identificação e quantificação de aspectos ambientais dentro e além dos portões da organização. Desse modo, são considerados todos os fornecedores e outros parceiros na cadeia de valor associados ao fornecimento de produtos. Além disso, a ACVO é uma abordagem ambiental multi-impacto, o que significa que um conjunto abrangente de questões ambientais relevantes para o sistema específico é considerado, representando o perfil de impacto ambiental potencial para as atividades (UNEP/SETAC, 2017).

A ABNT/TS 14072:2019 baseia-se no padrão de produtos ABNT NBR ISO 14040:2014, ABNT NBR ISO 14044:2009 e na ABNT ISO/TS 14071:2018. No entanto, enquanto a metodologia da ACV foi desenvolvida para produtos, processos e serviços, a sua aplicação em nível organizacional tem sido cada vez mais indicada. Desse modo, a ACVO diferencia-se, principalmente, das abordagens anteriores de ACV por seu objetivo de estudo, que é a organização (UNEP/SETAC, 2017).

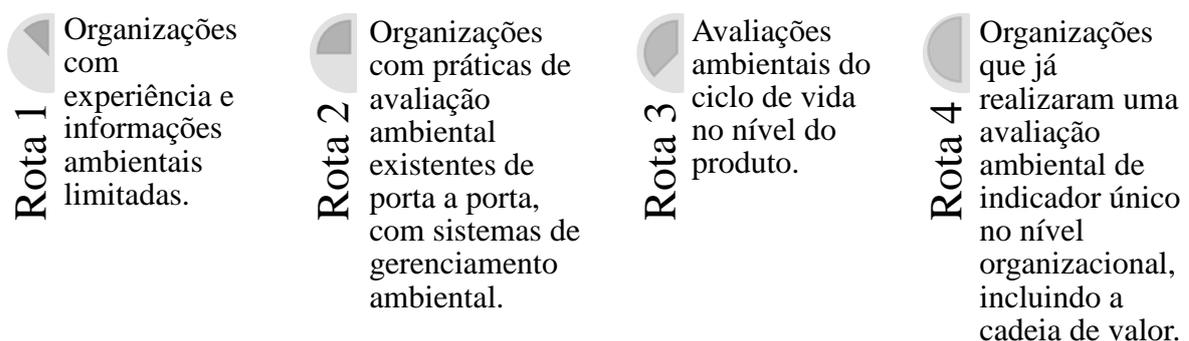
A fase de definição de objetivo e escopo inclui a fronteira do sistema e o nível de detalhamento, que podem variar em função do objetivo do estudo. A segunda fase, Inventário

do Ciclo de Vida (ICV), compreende todas as entradas (por exemplo, energia, água e materiais) e saídas (por exemplo, produtos, resíduos e emissões para o ar, água e solo) relacionadas às atividades envolvidas no limite do sistema. A fase de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV) objetiva prover informações adicionais para apoiar a avaliação dos resultados do ICV, possibilitando melhor entendimento de sua significância ambiental. A fase final é a interpretação do ciclo de vida, na qual os resultados são discutidos para as conclusões, recomendações e tomada de decisão de acordo com a definição do objetivo e escopo (ABNT, 2019).

Para a realização do ICV são necessários muitos dados que podem ser obtidos diretamente na organização (primários) ou a partir de bancos de dados (secundários). No caso desses últimos, é importante a verificação da cobertura temporal, consistência (está relacionada à metodologia utilizada para coleta e mineração), entre outros indicadores de qualidade que refletirão na confiabilidade do estudo.

Vale ressaltar que a diretriz do United Nations Environment Program (UNEP) e Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) prevê diferentes caminhos de implementação que as organizações podem seguir com base nas experiências obtidas com as ferramentas e metodologias disponíveis no campo ambiental, conforme a Figura 1. Além disso, fornece recomendações específicas, tanto para as pequenas organizações, como para as de grande porte, a fim de uniformizar as formas de proceder com base nas necessidades que surgem de acordo com o seu porte (UNEP/SETAC, 2017).

Figura 1 – Caminhos para a implementação da Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional



Fonte: Adaptado de UNEP/SETAC, 2017.

A rota (1) tem um percurso maior rumo à Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional, pois se refere às organizações que possuem práticas limitadas relacionadas ao meio ambiente. Como exemplo, pode-se mencionar as organizações que realizam controle da produção, mas não vinculam essa informação ao volume de resíduos sólidos gerados, consumo de água e

energia. A rota (2) está associada às organizações cuja as iniciativas na área ambiental são limitadas as suas próprias atividades. Desse modo, embora possuem uma política de gestão ambiental definida, não investigam as práticas e condutas dos seus fornecedores. Na rota (3) estão as organizações que utilizam ferramentas de gestão ambiental que contemplam a perspectiva do ciclo de vida para identificar oportunidades de melhorias para um ou alguns dos seus produtos ou serviços. Desse modo, algumas de suas práticas podem ensejar mudanças para uma aproximação da sustentabilidade ambiental, mas essa ainda não é uma prioridade para a mesma. Na rota (4) encontram-se as organizações mais próximas de implementar a Avaliação do Ciclo de Vida Organizacional. Isso porque, possuem política, missão e valores associados à sustentabilidade ambiental que levam em consideração toda a cadeia de valor de que fazem parte. Por esse motivo, possuem um banco de dados com informações confiáveis e estão preparadas e determinadas a melhorar continuamente na esfera ambiental. Frequentemente, essas empresas também têm iniciativas sociais e de governança consolidadas, completando o Environmental, Social and Governance (ESG).

Nesse trabalho, foi adotado essa ideia, contudo, não foram encontradas empresas de tintas imobiliárias que já realizaram avaliações ambientais associadas ao ciclo de vida de produtos, processos e serviços. Por esse motivo, identificamos outros instrumentos que também possuem potencial para subsidiar a implementação de ferramentas de gestão ambiental no nível da organização.

6.3 Estudos de ACV e ACVO no setor de tintas imobiliárias

No estudo realizado por Montazeri e Eckelman (2018) foram desenvolvidas formulações de revestimento sustentáveis que fornecem funcionalidade equivalente às convencionais. O objetivo foi avaliar os impactos ambientais, associados ao ciclo de vida, de uma nova formulação de revestimento de pisos de madeira e comparar quantitativamente a uma convencional existente. A nova concepção possui 50% de ingredientes biológicos e emissões de VOC (Volatile Organic Compounds) abaixo de zero. Os resultados comparativos mostraram uma redução de mais de 30% em seis das dez categorias de impacto analisadas. No entanto, teve um pior desempenho ambiental para poluição atmosférica, eutrofização, acidificação e efeitos respiratórios. O estudo revelou, ainda, que o uso de energia da hidratação do revestimento por UV (ultravioleta) não contribui sensivelmente para os impactos.

Na pesquisa realizada por Bonoli e Franzoni (2019), foi realizada uma ACV de revestimentos para restauração de edifícios históricos. O estudo, quando possível, é elaborado usando dados primários que podem ser fornecidos pelos próprios fabricantes dos materiais.

Contudo, esse trabalho foi analisado pelo ponto de vista dos profissionais que são responsáveis pela escolha do produto do reparo, tendo sido considerado que esses profissionais têm papel importante na redução do impacto ambiental dos materiais de construção. Ressalta-se que estes possuem conhecimento limitado sobre os produtos e tiveram como base para a elaboração as fichas técnicas dos mesmos. Os dados de impacto dos materiais e processos foram obtidos do banco de dados especializado Ecoinvent v3.3 (a versão atual desse banco de dados é Ecoinvent 3.7.1). Os resultados também sugerem que uma avaliação desses materiais pela ACV não é fácil, principalmente, porque algumas características dos materiais necessários para esta análise não são relatadas na ficha técnica do produto, comprometendo assim uma avaliação adequada do seu impacto ambiental. Embora os autores tenham apresentado essa constatação, não evidenciaram no estudo em quais pontos tais aspectos comprometeram, especificamente, a pesquisa desenvolvida. Além disso, não apresentaram alternativas para reverter ou, pelo menos, amenizar esse comprometimento da qualidade do estudo.

Nos estudos de ACVO, diversos autores relatam que algumas atividades a serem incluídas dentro dos limites do sistema (por exemplo, atividades indiretas), geralmente, não são consideradas pelas metodologias com foco no produto, por isso existem dificuldades para caracterizar as atividades organizacionais e de reunir todos os dados necessários para realizar a análise. Em vários casos, devido à falta de dados ou quando consideradas não significativas, algumas dessas atividades são excluídas (RESTA *et al.*, 2016; UNEP/SETAC, 2017; MARTINEZ-BLANCO *et al.*, 2019; CAMARGO *et al.*, 2018). Diante disso, é necessária uma análise crítica do estudo, a fim de verificar se compreende mesmo a abrangência que requer uma ACVO.

A UNEP/SETAC (2017), Martinez-Blanco *et al.* (2019) e Camargo *et al.* (2018) relatam que a falta de dados nas bases de dados existentes para a realização da ACV, tanto para a fase de inventário quanto para a avaliação de impacto, está ligada ao fato de que algumas atividades não foram analisadas até que o ponto de que essas informações fossem transferidas para as organizações. Isso acontece porque, comumente, nas pesquisas são utilizadas ferramentas de cálculo baseadas em Excel, adicionalmente personalizadas, ou banco de dados regional para realizar a análise de inventário e a avaliação de impacto. Também, é comum que as metodologias adotadas para a mineração dos dados não sejam apresentadas de modo a viabilizar a sua reprodução, dificultando a adaptação de inventários para outros contextos.

Em alguns estudos de ACVO, observou-se que foi feita a escolha dos produtos mais vendidos ou representativos, ao usar uma abordagem ascendente ou híbrida para coletar dados, caso as variações do produto sejam significativas mesmo dentro da mesma família de produtos

(JUNGBLUTH *et al.* 2016; CAMARGO *et al.*, 2018). Essa abordagem mostrou-se eficiente para restringir a quantidade de produtos e analisar a organização de forma global.

Além disso, vale destacar a proposta de Manzardo *et al.* (2018) que utilizaram o conceito de portfólio de atividades ao invés de portfólio de produtos. Essa proposta se mostrou muito útil para organizações que possuem produtos heterogêneos (como o setor da construção civil), que possuem uma capacidade limitada de rastreamento de desempenho. Essa abordagem permite analisar as atividades de forma transversal aos produtos da organização.

Manzardo *et al.* (2018) refletem que a ACVO permite ter uma visão completa do sistema sob investigação, para identificar todos os pontos críticos e com que prioridade agir sobre eles. Por sua vez, a visão completa da organização permite evitar a transferência de carga que pode ocorrer ao analisar apenas uma parte das atividades de uma organização, como acontece quando é avaliado apenas um produto, processo ou serviço (ACV). Contudo, assim como são questionados os estudos de ACV com abordagem em apenas alguns estágios do ciclo de vida (não é utilizada a abordagem do berço ao túmulo), muitas vezes, justificados pela indisponibilidade de dados; também, pode-se questionar um estudo de ACVO com abordagem ampla e elevados níveis de incerteza ou uma abordagem limitada a um ou dois produtos da organização, dependendo da variedade de produtos que a mesma oferece.

Além disso, é possível se beneficiar da experiência anterior pela utilização de outros métodos ou ferramentas ambientais com vistas à ACVO, como relatado nos trabalhos de Lo-Iacono-Ferreira *et al.* (2017), UNEP/SETAC (2017), Martinez-Blanco *et al.* (2019), Camargo *et al.* (2018).

No trabalho desenvolvido por Lo-Iacono-Ferreira *et al.* (2017) foram utilizadas as particularidades e benefícios das universidades que adotam o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) verificados de acordo com o sistema de Gestão e Auditoria. Esse estudo foi realizado na Universidade Politécnica de Valencia analisando-se o aspecto operacional. Foi verificado que o SGA provou ser útil para a elaboração da ACVO. Contudo, a gestão e auditoria não garantem a disponibilidade de todos os dados necessários para desenvolver uma ACVO. Os autores sugerem que um sistema contábil estruturado pode auxiliar a complementar o estudo e que há a necessidade do interesse da gestão da organização em realizar essa avaliação a fim de que ela seja bem-sucedida.

Martinez-Blanco *et al.* (2019) analisaram o relatório elaborado pela UNEP/SETAC, resultante de pesquisa em doze empresas de diversos setores e de várias regiões do mundo, desde pequenas empresas que possuíam pouca experiência com ferramentas ambientais, até grandes empresas que possuíam conhecimento mais avançado de ferramentas de gerenciamento

ambiental. Para as empresas que possuíam alguma prática ambiental, foi relatado que os estudos anteriores facilitaram a implementação geral da ACVO. Por exemplo, a maioria das organizações que realizaram avaliações relacionadas a produtos no passado (ACV, pegada de carbono) aplicou uma abordagem híbrida, incluindo os dados disponíveis no nível do produto. Isso demonstra que, dificilmente, a ACVO será a primeira experiência que uma organização terá com a sustentabilidade ambiental. Antes de sua elaboração e implementação, a mesma já terá experimentado outras práticas com o objetivo de melhoria do seu desempenho ambiental.

Camargo *et al.* (2018) analisaram um fabricante de cosméticos brasileiro, com o objetivo de ilustrar as escolhas metodológicas e os desafios da implementação pela empresa devido ao amplo portfólio de produtos. A empresa conta com 2600 produtos, em que foram modelados os mais vendidos em cada um dos dez grupos de categorias de produtos. As fontes utilizadas foram dos bancos de dados da NATURA, dos fornecedores, além de terem realizado estimativas de balanços de massa e energia. Os resultados mostraram que grandes impactos podem ser detectados durante a fase de uso, que exige água e energia para o uso dos produtos de enxague, e na cadeia de suprimentos gerados durante o período de obtenção de ingredientes e materiais de origem vegetal para a embalagem. Apesar das práticas ambientais existentes na empresa pesquisada e do conhecimento em modelar impactos ambientais de produtos e atividades corporativas, o gerenciamento da quantidade de dados na ACVO se mostrou uma tarefa complexa.

Como verificado, comumente, as publicações científicas abordam as vantagens decorrentes da implementação da ACVO, como base para a tomada de decisão, possibilidade de identificação de pontos críticos ambientais e rastreabilidade do desempenho ambiental para a organização. Por outro lado, os seus autores, também, reconhecem os desafios encontrados na execução da ferramenta e, alguns deles, apresentam propostas para que seja exequível e garantida a sua qualidade.

6.4 Metodologia

Inicialmente, foram identificadas 54 empresas brasileiras e 3 multinacionais com filiais no Brasil, totalizando 57 fabricantes de tintas no site da ABRAFATI. Destas, 46 possuem páginas virtuais. A partir disso, foram investigados os documentos disponíveis referentes ao meio ambiente nos sites das mesmas. Além disso, foram analisadas as licenças ambientais (atos administrativos emitidos pelo órgão ambiental competente – obrigatórios para as empresas desse setor no Brasil) das indústrias em que foi possível recuperar essas informações.

Dessa forma, através dos sites das empresas, foi possível identificar quais as iniciativas adotadas em relação à sustentabilidade ambiental e que são úteis para subsidiar a elaboração da ACVO.

Além disso, foram analisadas as FISPQ dos produtos destas empresas que contemplam informações sobre diversos aspectos dos produtos químicos, quanto à segurança, saúde, proteção e meio ambiente, tais como: identificação do produto, medidas de segurança, riscos ao fogo, propriedades físico-químicas, informações ecotoxicológicas, entre outros.

Foi investigado, também, quais destas empresas possuem certificação ambiental com base na ABNT ISO 14001:2015 e que disponibilizam as suas informações por meio de relatório. Na análise das empresas deste grupo foram considerados os aspectos dos Quadros 1 a 7, elaborados de acordo com os princípios dessa norma, abordando o contexto da organização, liderança, planejamento, recursos, operação, avaliação de desempenho e melhorias.

Além disso, foi elaborado um questionário no *Google Forms* com base nos elementos da ABNT ISO 14001:2015 e enviado para as 46 empresas que possuem páginas virtuais e, por esse motivo, foram selecionadas para essa pesquisa. No entanto, mesmo após três tentativas, apenas uma empresa respondeu o questionário. Devido ao baixo retorno por parte das empresas, foi solicitado ajuda à ABRAFATI que declarou que a sua política de gestão não admite a intermediação entre pesquisadores e empresas.

Quadro 1 – Contexto da organização

1	A organização identifica as limitações internas em que está inserida
2	A organização identifica as limitações externas em que está inserida
3	A organização apresenta um planejamento para solucionar esses contextos de limitações
4	A organização possui o mapeamento dos processos de produção
5	A organização possui política de reutilização
6	A organização identifica as partes interessadas para a mesma
7	A organização identifica as necessidades e expectativas pertinentes dessas partes interessadas
8	A organização atende aos requisitos legais pertinentes à mesma

Quadro 2 – Liderança

1	A organização considera a política ambiental no seu planejamento
2	A alta direção estabelece, implementa e mantém a política ambiental
3	A política ambiental é apropriada ao propósito e ao contexto da organização
4	A organização possui um comprometimento com a proteção do meio ambiente, incluindo a preservação ambiental e o controle da poluição
5	A organização prever uma estrutura (funcionários, equipamentos) para o estabelecimento dos objetivos ambientais
6	A organização mantém informação documentada sobre a política ambiental
7	A organização divulga internamente a sua política ambiental

8	A organização divulga/disponibiliza a política ambiental para as partes interessadas
---	--

Quadro 3 – Planejamento

1	A organização possui mentalidade dos riscos
2	A organização possui plano de emergencial para os riscos
3	A empresa adota uma perspectiva do ciclo de vida
4	A organização identifica os impactos ambientais que as suas atividades podem causar
5	A organização conhece quais os requisitos legais relacionados aos impactos ambientais identificados
6	A organização atende a esses requisitos legais
7	A organização estabelece objetivos ambientais
8	Na definição dos objetivos ambientais, a organização leva em consideração as mudanças e revisões nas legislações ambientais
9	A organização define o responsável pela implantação dos objetivos ambientais
10	A organização identifica quais os recursos necessários para a implantação desses objetivos
11	A organização define prazos para a conclusão dos objetivos

Quadro 4 – Recursos

1	A organização considera se os recursos (humanos, materiais, financeiros, tecnológicos) são utilizados de modo eficiente, para implementar um sistema de gestão ambiental
2	A organização promove treinamento das pessoas para cumprir os requisitos estabelecidos pelas normatizações
3	A organização determina as necessidades de treinamentos associados aos aspectos ambientais
4	A organização possui um plano para conscientização dos colaboradores sobre a contribuição da política ambiental nos aspectos ambientais
5	Cada funcionário da organização possui a sua ficha de controle, sobre como a sua atividade impacta ambientalmente meio ambiente
6	A organização possui um plano de comunicação para divulgar as suas ações ambientais ao público interno e externo
7	A organização define quem é responsável por comunicar as informações relacionadas ao meio ambiente
8	A organização documenta as informações realizadas nos aspectos ambientais

Quadro 5 – Operação

1	A organização adota procedimentos para controlar as atividades de sua operação que podem provocar modificações no meio ambiente
2	A organização adota procedimentos para identificar, prevenir e responder aos riscos ambientais e situações emergenciais
3	A organização considera os estágios de ciclo de vida nas mudanças ocorridas
4	A organização faz a simulação de todas as situações de emergência

Quadro 6 – Avaliação de desempenho

1	A organização monitora, analisa, mede e avalia o seu desempenho ambiental
2	A organização assegura que os equipamentos de medição são calibrados e monitorados
3	A organização documenta as informações sobre as avaliações de desempenho ambiental
4	A organização realiza auditorias internas para prover informações sobre o sistema de gestão ambiental
5	A organização faz análise crítica pela direção

Quadro 7 – Melhorias

1	A organização corrige as não conformidades encontradas
2	A organização implementa as ações necessárias

Posteriormente, foram analisadas as licenças ambientais, emitidas pelos órgãos ambientais dos estados do Paraná (Instituto Ambiental do Paraná-IAP), São Paulo (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB) e Rio Grande do Sul (Fundação Estadual de Proteção Ambiental-FEPAM). Vale ressaltar que, foram investigadas as licenças deste tipo de todas as 46 empresas incluídas neste estudo. Contudo, apenas 25 empresas dos três estados mencionados disponibilizam, nas suas respectivas páginas virtuais, os referidos documentos.

6.5 Resultados e discussão

6.5.1 Informações sobre as empresas

Constatou-se que trinta e oito empresas são licenciadas ambientalmente, tendo sido verificado através do Portal de Licenciamento Ambiental (2021) e dos órgãos de licenciamento dos estados em que as mesmas estão localizadas, embora só tenham sido recuperadas 25 licenças (CETESB, 2021; FEPAM, 2021; IAP, 2021). Considerou-se, nessa pesquisa, que esse é um indicativo de que elas atendem às legislações ambientais; já que, a emissão das licenças pelos órgãos ambientais, é condicionada ao atendimento das exigências constantes nas leis/resoluções relacionadas à atividade. Sobre as demais (oito empresas), os órgãos ambientais e as empresas não disponibilizam essa informação.

Em relação à ABNT ISO 14001:2015, apenas cinco empresas declaram possuir a referida certificação nas suas páginas virtuais. Essa informação também foi verificada no site do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro, 2021), organização cuja missão é prover infraestrutura da qualidade para viabilizar soluções que adicionem confiança, qualidade e competitividade aos produtos e serviços disponibilizados pelas organizações brasileiras.

Com base na análise do Guia Ambiental Técnico de Tintas e Vernizes da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (2008), das informações divulgadas no site da

ABRAFATI e dos dados encontrados nos sites das fabricantes, foi possível observar que os principais impactos ambientais relacionados à indústria de tintas são emissões atmosféricas e geração de efluentes líquidos e de resíduos sólidos.

6.5.2 Entradas e saídas nas indústrias de tintas

A ACVO, assim como as demais ferramentas da família da ACV, demanda a identificação das entradas (matéria, insumos e energia) e as saídas (produtos, resíduos e rejeitos). Alguns desses dados puderam ser obtidos através do Guia Técnico Ambiental de Tintas e Vernizes da CETESB (2008). Nesse guia foi possível identificar os processos que envolvem a produção de tinta para revestimento base água, produção de vernizes, tinta revestimento base solvente, dentre outras, bem como os materiais constituintes básicos utilizados na produção das tintas.

O que há em comum a todos fabricantes é a Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (FISPQ) que fornece informações sobre as matérias-primas utilizadas em cada tipo de tinta. Esta ficha traz, também, informações sobre os riscos envolvidos na utilização do produto, assim como os procedimentos de segurança e manuseio adequados, indicando a melhor forma de manuseio, de transporte e de descarte. Na Tabela 1 são apresentadas informações da composição da tinta à base água encontradas na FISPQ.

Tabela 1 – Informações e componentes da tinta à base água

Item	Nome Químico	CAS number	Faixa de concentração (%)
1	Dióxido de Titânio	13463-67-7	0,5 – 20
2	Carbonato de Cálcio Natural	471 – 34 - 1	0,5 – 3,0
3	Éter fenílico de Etileno Glicol	104 – 68 - 7	0,3 – 1,5
4	Amônia (Solução 24%)	1336- 21- 6	0,1 – 1,0
5	Derivados de isotiazolinona e Semi Acetais	55965-84-9	0,1 – 1,5
6	Silicato de Alumínio - Caulim	1332-58-7	1 - 10
7	Alquil Lauril Éter	Não disponível	0,1 – 1,5

Fonte: Adaptado de Verbras (2021).

Vale ressaltar que as FISPQs das demais empresas pesquisadas fornecem informações semelhantes em relação aos componentes presentes nas tintas, assim como os procedimentos de segurança que devem ser adotados. A indicação do nome químico do componente e da sua respectiva faixa de concentração é uma informação valiosa para a elaboração do Inventário do Ciclo de Vida de um produto. Neste caso, da tinta à base de água. Para as situações em que a ACVO é feita a partir da seleção de alguns dos produtos da organização, a FISPQ é uma boa fonte de dados.

No que se refere aos equipamentos utilizados para a produção de tintas, o SEBRAE (2021) através do Guia de como montar uma fábrica de tintas, indica: tanques de armazenagem de matérias-primas, balança para materiais líquidos, misturador (mecânico ou automatizado), compressor, motor, moinho ou triturador, tanques para a diluição, secagem e ajustes finais, filtro removedor de partículas sólidas (poeira ou sujeira), tachos de aço, máquina para enlatar e embalar as tintas, esteiras rolantes e exaustor.

Vale ressaltar que, na licença de operação dos empreendimentos licenciados pela CETESB, são informados os equipamentos utilizados na fábrica com suas respectivas potências. Na Tabela 2 são apresentados os equipamentos para a produção média anual de 650.000 latas de tinta à base de solvente, 4.425.000 latas de tinta à base de água e 2.850.000 latas de massa para construção. Esses dados são referentes à Indústria Universo Tintas.

Tabela 2 – Equipamentos e respectivas potências utilizados na produção de tintas à base de solvente, água e massa para construção

Equipamento	Potência/Capacidade
Filtro prensa	2,20 kW
Bomba centrífuga	1,10 kW
Bombas - moinhos	0,75 kW
Mexedor pequeno	18,50 kW
Moinho de areia grande	7,50 kW
Moinho de areia pequeno	11,00 kW
Mexedor grande - solução	37,00 kW
Mexedor grande - látex	37,00 kW
Mexedor grande - dois eixos	55,00 kW
Mexedor com redutor	7,50 kW
Mexedor massa corrida	55,00 kW
Motor mezanino massa corrida/texturas	30,00 kW
Redutor slurry	7,50 kW
Bomba slurry	7,50 kW
Bomba resina - emulsão	5,50 kW
Máquina exaustor	30,00 kW
Mexedor pequeno para provas	3,70 kW
Mexedor massa óleo - planetária	55,00 kW
Moinho de anéis para prova	3,70 kW
Mexedor para provas	0,30 kW
Compressor de ar	90,00 kW
Reator de tratamento químico	3,00 m ³
Tanque de adensamento de lodo	1,50 m ³
Tanque de preparo e dosagem de reagentes químicos	120,00 L
Tanque elevatório	300,00 L
Conjunto de bombas de transferência	1,10 kW
Soprador de ar	5,50 kW

Funil de descarga de lodo	0,20 m ³
Bomba resina alquídica	5,50 kW

Fonte: Adaptado de LO da Empresa Universo Tintas.

Os dados da Tabela 2 são úteis para a produção do Inventário do Ciclo de Vida. Contudo, para o cálculo do consumo de energia em cada etapa do processo produtivo (em que alguns desses equipamentos é utilizado), seria necessário ter conhecimento do tempo de uso/funcionamento do equipamento e a quantidade processada (para a vinculação com a Unidade Funcional).

Assim, embora o levantamento dos equipamentos utilizados em indústrias desse setor seja relevante para a ACVO, não é suficiente. Uma vez que a ACVO possui caráter sistêmico (vai além dos processos e dos produtos), outras informações úteis seriam: frequência de manutenções e revisões preditivas, frequência de reposição de peças (associadas ao ciclo de vida dos equipamentos), fonte de energia utilizadas pela empresa, adoção de programas de eficiência energética, entre outras.

Na licença de operação de uma das empresas pesquisadas, consta as informações sobre produção: esmaltes (4.203 l), impermeabilizantes (20.826 l) texturas (28.730 l) e tintas (48.500 l); as matérias-primas utilizadas na produção mencionada (Tabela 3); assim como o destino dos efluentes líquidos e resíduos sólidos gerados no processo. Essas informações são úteis para a elaboração do ICV.

A quantidade de efluentes líquidos e resíduos sólidos gerados não foram especificados, apenas indicada a destinação. No caso dos efluentes (sanitário e do processo produtivo), são tratados e o gerado no processo produtivo é reutilizado no próprio processo. Não são apresentadas informações sobre os tipos de tratamentos realizados e a quantidade de ciclos de tratamento em que é possível realizar a reutilização. Além disso, sabe-se que o efluente contém lodo, mas não é indicada a quantidade. A destinação é o coprocessamento em fornos de cimento.

Relativo aos resíduos sólidos, a destinação/disposição é mais diversificada: embalagens de metal, plástico e solvente (reutilização/recuperação externa); lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista (sucateiros intermediários); vernizes (coprocessamento em fornos de cimento).

Tabela 3 – Matérias-primas utilizadas em uma indústria de tintas

Descrição	Quant./Dia (kg)
Aditivos	26.85
Agalmatolito	550.00

Aguarraz	6000.00
Carbonato de cálcio natural	36000.00
Carbonato de cálcio precipitado	32400.00
Caulim	22800.00
Coalescentes	1000.00
Corantes	1920.00
Dióxido de titânio	33100.00
Dispersantes	515.00
Dolomita	77500.00
Embalagens	29448.05
Emulsão acrílica	167000.00
Hidróxido de amônia	1800.00
Pigmentos	4200.00
Produtos químicos diversos	90308.40
quartzos	17000.00
resinas	41500.00
solventes aromáticos	6000.00
tripolifosfato de sódio	700.00

Fonte: Adaptado da LO da empresa Hidronoth.

As empresas do setor de tintas devem atender os preceitos da Lei nº 12.035/2010, no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos sólidos. Também, existem normas da ABNT aplicáveis ao setor: a ABNT NBR 10004/87 que trata sobre resíduo sólido; a ABNT NBR 14725/09 sobre a FISPQ, além da abordagem sobre o controle das emissões atmosféricas. Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Além disso, não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Estes são requisitos obrigatórios ou relevantes para o funcionamento de uma empresa desse setor no Brasil. Vale ressaltar que a maioria das empresas não divulgam informações sobre esses tópicos nas suas páginas virtuais. Como verificado, algumas dessas informações foram obtidas nas licenças ambientais, oportunidade em que o empreendedor é obrigado a declarar dados desse tipo.

Em relação ao método de tratamento e disposição do produto, a FISPQ informa que deve passar por reprocessamento, reciclagem ou decomposição térmica, de acordo com a legislação local vigente e nacionais; os restos de produtos ou resíduos que não serão mais utilizados devem ser descartados de acordo com a legislação vigente e a embalagem usada não deve ser reutilizada. O instrumento da logística reversa, previsto na política brasileira de

resíduos sólidos (BRASIL, 2010), não é mencionado na FISPQ. No entanto, no Relatório divulgado pela ABRAFATI (2021) é dada a indicação da logística reversa.

6.5.3 Empresas que possuem ISO 14001 e divulgam as informações em relatórios

Dentre as várias normas ambientais que podem ser adotadas pelas indústrias, a que possui maior potencial de subsidiar a elaboração da ACVO é a estabelecida pela ABNT ISO 14001:2015, pois a mesma prevê a exigência de conformidade com vários regulamentos relacionados ao controle ambiental. Dessa forma, o fato de a empresa possuir essa certificação indica que ela está em um nível mais elevado de maturidade ambiental e possui os benefícios relacionados às ações ambientais que ela implementa.

As empresas pesquisadas que possuem certificação em conformidade com a ABNT ISO 14001:2015 são AkzoNobel, BASF, Eucatex, Resicolor e Sherwin-Williams. No entanto, foram identificados os relatórios anuais apenas da AkzoNobel, BASF e Sherwin-Williams. Vale ressaltar que essas empresas são multinacionais, ou seja, possuem matriz em um país e atuação em diversos outros. Além disso, possuem o capital aberto para investimentos, o que exige também a divulgação de relatórios anuais para os acionistas.

Sobre os relatórios encontrados, o da AkzoNobel apresenta informações sobre estratégia, visão geral do negócio, liderança, governança e conformidade, demonstrações financeiras e de sustentabilidade. A BASF apresenta um relatório sobre o seu desempenho nas três dimensões da sustentabilidade (economia, ambiente e sociedade) na América do Sul. Já a Sherwin-Williams, aborda a perspectiva financeira com um enfoque maior voltado para os acionistas.

No contexto da organização, espera-se que as empresas que adotam a ABNT ISO 14001:2015: identifiquem as limitações internas e externas em que estão inseridas e apresentem um planejamento para solucionar essas circunstâncias; mapeiem os processos de produção; tenham uma política de reutilização; identifiquem as partes interessadas e as necessidades e expectativas das mesmas. Indiscutivelmente, a organização deve, ainda, atender aos requisitos legais pertinentes à atividade que desenvolve.

Verificou-se que a BASF identifica algumas das limitações internas em que está inserida, exemplificadas pelo controle para emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE). No que se refere ao planejamento para mitigar essas limitações, não foram identificados no relatório, pois a empresa não indica a quantidade de emissões que pretende reduzir e em que período de tempo atingirá esse objetivo. Aponta apenas que, a fim de combater as mudanças climáticas e o aquecimento global, decidiu limitar as emissões totais de GEE das unidades de produção e os

níveis de energia para o nível de 2018, enquanto aumentam os volumes de produção (BASF, 2020).

A BASF adota o sistema *Verbund*, que está no cerne de seu portfólio. De acordo com a empresa, esse sistema conecta as plantas de produção e as tecnologias com a finalidade de usar os recursos de maneira eficiente, além de proporcionar suporte aos clientes e parceiros em quase todos os países do mundo (BASF, 2020).

O sistema *Verbund* ajuda no uso eficiente de recursos, além de vincular de forma inteligente as unidades de produção à sua demanda de energia, de modo que o calor gerado em uma fábrica possa, por exemplo, ser utilizado como energia em outras. Além disso, os subprodutos de uma fábrica podem servir como matéria-prima para outra. Isso não apenas poupa matérias-primas e energia, mas também evita emissões, reduz os custos de logística e alavanca sinergias (BASF, 2020). Verifica-se uma aproximação do *Verbund* com a Ecologia Industrial.

Já a empresa Sherwin-Williams (2020) aponta algumas situações que podem afetar a empresa e a venda de seus produtos, como exemplo: instabilidade política, tarifas mais altas e condições climáticas adversas, incluindo furacões e outros desastres naturais, podem interromper o fornecimento de matérias-primas e de combustíveis resultando em aumento dos custos para a sua aquisição. Uma vez que esses acontecimentos independem, diretamente, das atividades da empresa, é imprescindível a identificação de estratégias para mitigação dos seus efeitos negativos. No relatório, não são mencionadas estratégias, demonstrando a necessidade de um planejamento.

Em relação à política de reutilização de resíduos, o programa Zero Aterro busca alternativas mais sustentáveis para a destinação de resíduos sólidos. Implementado no complexo industrial de Tintas e Vernizes em São Bernardo do Campo (SP) e na fábrica de Jaboação dos Guararapes (PE), as alternativas desenvolvidas (de acordo com a empresa) já evitaram que 7886 toneladas de resíduos fossem enviadas para aterros industriais (entre os anos de 2015 e 2019). Além disso, a empresa divulgou a doação de quase 500 toneladas de resíduos de papel e de papelão não contaminados para a cooperativa Amigos do Lixo (BASF, 2020).

O látex acrílico interior zero VOC é um dos produtos, classificado como sustentável, oferecidos pela Sherwin-Williams. Além disso, a empresa apoia a reciclagem de produtos de tinta não utilizadas através do programa PaintCare (SHERWIN-WILLIAMS, 2020). Apesar de apresentar esse produto como sendo sustentável, a empresa não informa o que diferencia dos demais em termos de composição, apenas o seu título “zero VOC” sugere que possui zero compostos orgânicos voláteis.

Na Akzonobel, o gerenciamento do impacto ambiental das operações na cadeia de suprimentos é realizado por meio do programa plurianual de produtividade de recursos. O foco da empresa é, principalmente, nos resíduos, energia, água e emissões de VOC. Entre as iniciativas, utiliza soluções *eco-premium* para acompanhar o desempenho na criação de valor compartilhado para os negócios, clientes e sociedade. A empresa divulga que planeja manter pelo menos 20% da receita de soluções *eco-premium*, inovando constantemente, com base em *insights* sobre preocupações ambientais em evolução e necessidade sociais (AKZONOBEL, 2020).

Em relação ao aspecto Liderança, a ABNT ISO 14001:2015 prevê que as organizações considerem a política ambiental no seu planejamento e que a alta direção a implemente e a mantenha. Além disso, que essa política seja apropriada ao propósito e ao contexto organizacional e que a empresa possua estrutura (funcionários, equipamentos) para o estabelecimento dos objetivos ambientais. As informações sobre a política ambiental devem ser documentadas e divulgadas dentro e fora da organização, ou seja, para as partes interessadas.

As três empresas pesquisadas apontam que as partes interessadas são os funcionários, os clientes, a vizinhança (comunidades que podem ser afetadas positiva e/ou negativamente pelas atividades das empresas), os fornecedores e o meio ambiente. Através de seus relatórios, divulgam essas informações para as partes interessadas, em um documento único e com partes direcionadas para cada parte interessada. A BASF, por exemplo, possibilita aos clientes a participação ativa nas ações de melhoria por meio do *feedback*, com base nos pilares escutar, aprender e agir. A organização afirma possuir um programa que contribui com essa estratégia, permitindo a realização de consultas regulares aos clientes e possibilitando entender de forma mais transparente as suas demandas e anseios (BASF, 2020). Tal fato foi constatado através do site da empresa (<https://www.basf.com/br/pt/who-we-are/sustainability/sustentabilidade-na-america-do-sul/edital.html>) em que possui esse sistema para identificar a opinião dessas partes.

Para garantir que as pessoas na organização possam colaborar com eficiência, a AkzoNobel divulga que investe em processos de padronização e sistemas de informações sincronizados. Durante 2019, de acordo com o relatório da empresa, houve um foco maior nos principais processos do início ao fim do ciclo de vida, usando informações confiáveis e em tempo real para a tomada de decisão. Isso permitiu maior eficiência, melhorias na transparência e redução do custo de entrega de produtos aos clientes. Isso foi possível devido a um sistema semelhante ao da BASF (AKZONOBEL, 2020).

Pelas pesquisas realizadas, observou-se que as empresas estão buscando maior comprometimento com a proteção do meio ambiente. Isso é evidenciado, numa escala maior,

nas iniciativas relacionadas, por exemplo, à implementação de uma política ambiental que envolva todas as partes interessadas, às ações de ecoeficiência nos processos produtivos e melhoria ambiental de produtos e serviços. Numa escala menor, mas não menos importante, pode-se mencionar iniciativas como a da BASF (2020) que adotou a solução do copo plástico de polipropileno, substituindo cerca de 2268 copos descartáveis que um colaborador usa em média por ano. Neste sentido, para incentivar hábitos sustentáveis no ambiente corporativo e reduzir o volume de resíduos plásticos, passou a adotar o uso desse copo reutilizável em algumas de suas unidades.

No requisito Planejamento, a organização deve possuir uma mentalidade e um plano emergencial para riscos. Nesse aspecto, é ressaltada a possibilidade da empresa adotar perspectiva do ciclo de vida, através da identificação dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de processos, produtos e serviços e a indicação de medidas de mitigação para os mesmos. Além disso, é nesse quesito que a organização estabelece objetivos ambientais, verifica-se as mudanças e revisões nas legislações ambientais e define prazos para a conclusão dos referidos objetivos.

Segundo a Sherwin-Williams (2020), os regulamentos ambientais e sociais, incluindo os relacionados às mudanças climáticas, podem impactar negativamente a empresa e os fornecedores em termos de disponibilidade e de custo de matérias-primas, assim como fontes e suprimentos de energia. Isso pode ocorrer apesar das matérias-primas e dos suprimentos de energia (incluindo petróleo e gás natural) estarem geralmente disponíveis em várias fontes e em quantidades suficientes.

A BASF definiu metas para a segurança de pessoas e do meio ambiente, um portfólio sustentável de produtos, aquisições responsáveis, gestão da água e colaboradores comprometidos. (BASF, 2020).

Semelhante à BASF, a AkzoNobel fez a implementação de um sistema comum de planejamento de recursos empresariais, em que todas as empresas estão progredindo conjuntamente, permitindo que haja menos custos e melhor gerenciamento das operações e desempenho. O gerenciamento eficaz de matérias-primas e a eficiência do processo na fabricação contribuem para reduzir o desperdício gerado, reduzindo a pegada ambiental. A empresa exemplifica com a declaração de que, desde de 2011, reduziu em mais de 40% a geração de resíduos por tonelada de produtos (AKZONOBEL, 2020).

De acordo com a AkzoNobel (2020), em 2019, mais da metade dos resíduos foram reutilizados, contribuindo para a economia circular. Em meio a essas medidas sustentáveis, a redução de energia foi impactada positivamente pela variedade de produtos e estratégia de valor

sobre o volume de produção. Ademais, a participação em energia renovável foi de 31% em 2019, com as emissões de GEE por tonelada do produto diminuindo em 16% em comparação com o ano anterior.

Esta empresa reconhece, em seu relatório, que as emissões atmosféricas geradas por suas operações são, principalmente, VOC. O objetivo da organização é reduzir as emissões por meio de boas práticas de gerenciamento e controle ambientais em suas instalações. É declarado que, em 2019, as emissões de VOC por tonelada de produto e emissões totais de VOC diminuiram 24% (AKZONOBEL, 2020).

Além das iniciativas internas relacionadas à economia circular, a empresa declara que continua a trabalhar com fornecedores para que oferecem materiais com baixa pegada de carbono, como matérias-primas renováveis ou materiais gerados a partir de energia renovável (AKZONOBEL, 2020). Isso demonstra que a organização está, no mínimo, na rota 3 rumo à ACVO, pois a suas ações (em prol da sustentabilidade ambiental) vão além dos limites da própria empresa.

No aspecto Recursos, a ABNT ISO 14001:2015 considera que os recursos (humanos, materiais, financeiros, tecnológicos) da organização devem ser utilizados de modo eficiente para implementar o sistema de gestão ambiental, além de ser necessário o treinamento das pessoas associado aos aspectos ambientais. Ainda, ressalta que a organização deve possuir um plano de comunicação para divulgar ações ambientais ao público interno e externo.

A BASF promove, através do programa Eureka, o convite aos colaboradores para identificarem oportunidades de melhorias em sua rotina de trabalho, observando e combatendo desperdícios. Como exemplo, é apresentado o projeto “Suvinil fora da lata” que tem o objetivo de apoiar *startups* ligadas à inovação, tecnologia e economia criativa para buscar soluções inovadoras, firmar parcerias de valor e gerar transformações positivas para o mercado de tintas. Os resultados englobam 135 projetos de eficiência energética executados com R\$ 17,5 milhões de redução de custo de energia. Essas oportunidades representaram a melhoria na redução do consumo de energia de 62,6 GWh por ano e diminuição na geração de 10,9 mil toneladas de CO₂ eq por ano (BASF, 2020).

Em relação ao valor social, a Akzonobel realiza trimestralmente em toda a empresa, pesquisa com os funcionários, com o intuito de medir e verificar não só o envolvimento das pessoas, mas também a saúde organizacional (AKZONOBEL, 2020).

No aspecto Operação, a ABNT ISO 14001:2015 determina que a organização adote procedimentos para controlar as atividades de sua operação que podem provocar modificações no meio ambiente. Além disso, devem ser utilizados procedimentos para prevenir e responder

aos riscos ambientais e situações emergenciais. É importante destacar a necessidade de fazer a simulação dessas situações emergenciais.

Nesse aspecto, a Sherwin-Williams (2020) afirma reconhecer e abordar os impactos potenciais de seus produtos ao longo de seu ciclo de vida, desde o *design*, desenvolvimento, uso e descarte. Além disso, cada ingrediente, em sua formulação de produtos, é avaliado em termos de impacto à saúde humana e ao meio ambiente, propriedades físicas e químicas e outras informações refletindo as melhores práticas atuais. Isso resultou em um amplo portfólio de produtos que atendem alguns dos mais rigorosos padrões ambientais e de ciclo de vida, como os critérios LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) do *Green Building Council* e certificação *GREENGUARD*.

O LEED é uma certificação atesta a adoção de práticas de construção sustentável. Aborda todos os tipos de edifícios por meio de diferentes sistemas de avaliação, sendo aplicável a todos os edifícios em qualquer etapa do ciclo de vida. Para isso, leva em consideração questões de implantação, uso racional de água, eficiência energética, seleção dos materiais, qualidade ambiental interna e estratégias inovadoras. Já a certificação *GREENGUARD* ajuda a garantir que os produtos utilizados em empreendimentos são de baixa emissão e contribuem para ambientes internos mais saudáveis (GBCBRASIL, 2021). Nesse aspecto, essas certificações podem ser muito úteis para a empresa que pretende implementar a ACVO, já que as mesmas deverão passar por um rigoroso processo de auditoria de suas atividades até a sua obtenção.

O Conselho de Administração é o responsável pelo estabelecimento e adequação do funcionamento de um sistema de governança, gestão de riscos e controles internos na AkzoNobel. Todos esses processos e procedimentos visam fornecer um nível razoável de garantia que a empresa considera serem significativos (AKZONOBEL, 2020).

Conforme a AkzoNobel (2020), é realizado um trabalho em colaboração com seus fornecedores para minimizar e identificar riscos da cadeia de suprimentos, criar valor através de melhoria e buscar colaboração e oportunidades de cooperação para garantir a segurança e o fornecimento sustentável dos produtos. A organização informa que na administração dos produtos, para garantir a segurança e a sustentabilidade, é considerada toda a cadeia de valor, desde a extração de matérias-primas, produção e distribuição, fabricação, transporte, marketing e aplicação, até o fim de vida útil. Isso significa que a empresa, também, leva em consideração a perspectiva de ciclo de vida.

Sobre o aspecto Avaliação de Desempenho, a ABNT ISO 14001:2015 indica que a organização monitore, analise, meça e avalie o seu desempenho ambiental. Além disso, que a organização realize auditorias internas para prover informações sobre o sistema de gestão

ambiental. E, por fim, no aspecto melhorias, a organização deve corrigir as não conformidades encontradas e implementar as ações necessárias.

Se esse trabalho aponta ferramentas e instrumentos que podem subsidiar a elaboração da ACVO; neste ponto, vemos uma oportunidade de utilização da ACVO para que a organização realize uma avaliação do seu desempenho. Isso envolve, de forma geral, conhecer toda organização. O que inclui atividades associadas a toda cadeia de valor, ou seja, desde a extração das matérias-primas até a destinação final.

Nas três empresas analisadas (BASF, Akzonobel e Sherwin-Williams) não foi possível identificar qual metodologia é utilizada para avaliação do desempenho ambiental. Apenas mencionam que são realizadas auditorias internas anualmente. No tocante às não conformidades, também, não foram identificadas informações. Provavelmente, pelo fato de ser um aspecto que não é interessante que seja divulgado pelas empresas. Acredita-se que essas informações sejam mantidas no âmbito interno.

Em relação à empresa que respondeu o questionário sobre a ABNT ISO 14001:2015, foi declarado que as principais iniciativas associadas à gestão ambiental são o atendimento às legislações (obrigatório), realização de treinamento e programas. Contudo, não foram indicados quais programas realizam. A organização, também, não identifica as limitações internas e externas, mas interage com as partes interessadas, como a vizinhança, os funcionários e os clientes. Ainda, apresentam o mapeamento dos processos de produção; por outro lado, não possui política de reutilização de resíduos. Sobre a pergunta se a empresa atende aos requisitos legais, afirmou de forma positiva. No entanto, acabou sendo incoerente em relação a outra questão que havia sido solicitada anteriormente sobre a gestão dos resíduos.

Sobre a política ambiental, a empresa afirmou que a alta direção a implementa, mantém e prevê uma estrutura para os estabelecimentos dos objetivos ambientais. Além disso, possui informações documentadas sobre a política ambiental. Contudo, em visita ao site, não foi possível identificar essas informações disponíveis ao público.

Em relação ao planejamento, a organização não possui um plano emergencial para os riscos, apenas atende a responsabilidade do transportador de resíduos. Contraditoriamente, respondeu que adota a perspectiva do ciclo de vida, define os objetivos ambientais e prazos para a conclusão dos mesmos, em que são tratados anualmente na forma de indicadores.

Sobre os recursos, a empresa afirmou que possui os recursos para implementar um sistema de gestão ambiental, promove o treinamento e conscientização de seus colaboradores e que, também, possui um plano de comunicação para divulgar suas ações ambientais. Na operação, afirma que adota procedimentos para controlar as atividades de sua operação que

podem provocar modificações no meio ambiente, mas não aponta quais procedimentos utiliza para esta finalidade.

Em relação à avaliação de desempenho, declarou que monitora, analisa e mede seu desempenho ambiental. Para isso, realiza auditorias internas. Além disso, nas melhorias corrige as não conformidades e se empenha para melhorar nos objetivos e valores. Embora a empresa tenha respondido o questionário, as respostas não são fundamentadas com exemplos que permitam uma análise mais criteriosa das suas práticas.

É importante ressaltar que a ABNT NBR ISO 14001:2015 não estabelece requisitos absolutos para o desempenho ambiental além do comprometimento de atender à legislação e regulamentos aplicáveis e realizar a melhoria contínua. Dessa forma, as organizações que desenvolvem atividades semelhantes, mas que apresentem diferentes abordagens nos seus relatórios, podem atender aos seus requisitos.

6.5.4 Licenças ambientais

No Brasil, antes da instalação de um empreendimento (dependendo do porte e da natureza de suas atividades), é obrigatório o licenciamento ambiental. Ainda na etapa de planejamento, é necessário a elaboração de um Estudo Ambiental com a descrição detalhada dos impactos que serão gerados em cada fase (planejamento, instalação e operação) e da indicação de como os mesmos serão mitigados. A partir dessas informações, o órgão ambiental competente pode emitir ou não as licenças ambientais. Pode, ainda, estabelecer condicionantes, no caso de o Estudo Ambiental demandar adequações. No Quadro 8 são apresentados normativos legais aplicáveis às indústrias de tintas brasileiras. Vale ressaltar que algumas dessas normas são aplicáveis, também, a outros setores.

Quadro 8 – Normativos legais aplicáveis às indústrias de tintas localizadas no Brasil

Lei	Disposição
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988	Capítulo VI – Do Meio Ambiente – Art. 225.
Lei nº 6.938 de 31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei nº 9.605 - Lei de Crimes Ambientais, de 12/02/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos
Decreto nº 875 de 19/07/1993	Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.

Decreto nº 6.514 de 22/07/2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
Resolução Conama nº 23 de 12/12/1996	Regulamenta a importação e uso de resíduos perigosos.
Resolução Conama nº 264 de 26/08/1999	Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos.
Resolução Conama nº 307 de 05/07/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução Conama nº 313 de 29/10/2002	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
Resolução Conama nº 316 de 29/10/2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
Resolução Conama nº 362, de 23/06/2005	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
Resolução nº 420 de 12/02/2004	Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.
Resolução CONAMA nº 08 de 06/12/90	Estabelece limites máximos de emissão de poluentes do ar para processos de combustão externa em fontes novas fixas como: caldeiras, geradores de vapor, centrais para a geração de energia elétrica, fornos, fornalhas, estufas e secadores para geração e uso de energia térmica, incineradores e gaseificadores.
Resolução da ANTT Nº 420 de 12/02/04	Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento de Transporte Terrestre de Produtos Perigosos - RTPP, publicadas em 31 /05/04, por meio do Suplemento ao Nº 103 do Diário Oficial da União.
Portaria ANP nº 125, de 30/07/1999	Regulamenta a atividade de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado.
Portaria Minter nº 53 de 01/03/197	Dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos.
Norma Regulamentadora 25 da Portaria 3214/78	Resíduos Industriais.

Fonte: Adaptado de Tintas Série P+L (2008).

São três tipos de licenças ambientais, uma para cada fase do empreendimento: concepção/planejamento – fase em que é apresentada a localização e todas as especificações das atividades (Licença Prévia), instalação – fase de construção (Licença de Instalação) e operação – quando está previsto o início das atividades naquele empreendimento (Licença de Operação).

Através da análise das Licenças de Operação das empresas BASF, Sherwin-Williams, AkzoNobel, Arctril, Brasilux, Cartint, Lukscolor, Dois irmãos, Eucatex, Ibratin, Irajá, Maza, Montana, Qualicryl, Qualiflex, Renner, Reviprol e Universo Tintas, localizadas no estado de

São Paulo, licenciadas pelo órgão ambiental CETESB, observou-se que possuem diversas exigências técnicas relacionadas às intervenções que as atividades desse segmento podem causar no meio ambiente (ar, água, solo, ruído, entre outros).

Além disso, foram analisadas as licenças ambientais das empresas Dacar, Hidracor, Induscri, Tintas Alessi e Vinicolor, localizadas no estado do Paraná e licenciadas pelo órgão ambiental Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e as licenças das indústrias de tintas Killing e PPG Industrial de Tintas e Vernizes, localizadas no estado do Rio Grande do Sul e licenciadas pelo órgão ambiental Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). Os três estados apresentam várias semelhanças em relação ao processo de licenciamento; mas, também, foram identificadas diferenças em alguns outros pontos.

Tintas e vernizes são materiais de construção que possuem solventes orgânicos e liberam VOCs, cujas consequências negativas para a saúde humana são conhecidas, como alergias de pele e de olhos, doenças respiratórias e câncer. A diminuição da ventilação no interior das habitações eleva o volume destes poluentes e agrava os efeitos sobre a saúde (TORGAL; JALALI, 2012).

Diante disso, com o intuito de amenizar essas consequências, a Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, indica que as empresas devem operar e manter adequadamente os sistemas de ventilação local exaustora e equipamento de controle de poluição do ar, filtros de tecido, instalados no setor de recebimento e estocagem de matérias-primas, de modo que sejam eficientes quanto à captação e retenção de poluentes. Além disso, a fim de reduzir as emissões de VOCs, devem ser adotadas medidas como a utilização de membranas flutuantes, selagem nas bocas e sistema de medição automática nos tanques de solventes orgânicos (SÃO PAULO, 1976). A referida lei foi instituída há 45 anos e, até abril de 2021, não foi identificado complemento ou atualização da mesma. Inclusive, ela é mencionada nas licenças ambientais, analisadas nessa pesquisa, expedidas pela CETESB. A indicação de necessidade de adequação é atemporal, mas as tecnologias indicadas podem estar defasadas.

A lei aponta, também, que as operações de carga e descarga dos produtos manipulados pelas empresas deverão ser precedidas de todos os cuidados, de forma a evitar o rompimento das embalagens e consequente liberação dos mesmos no ambiente. Bem como, os tanques de armazenagem de produtos químicos deverão estar providos de dispositivos de contenção com capacidade de receber e de guardar eventuais derrames, de modo a evitar poluição do solo e das águas (SÃO PAULO, 1976).

No processo de produção da tinta são gerados efluentes líquidos. Assim, é necessário a realização do seu tratamento antes do lançamento nos corpos d'água receptores. Os parâmetros

de lançamento destes efluentes são regulamentados de acordo com os padrões de emissão e de qualidade do corpo receptor. Neste caso, o órgão responsável pela operação e fiscalização define os padrões de inclusão do efluente na rede de tratamento ou corpo receptor, baseado em legislação pertinente. No Brasil, a Resolução CONAMA 357/05 é responsável pelo estabelecimento das diretrizes de padrões de emissão de efluentes.

Em São Paulo, a CETESB regulamenta que fica proibido o lançamento de efluentes líquidos em galeria de água pluvial ou em via pública e é determinado a operação e a manutenção adequadas da Estação de Tratamento. Como forma de monitoramento, os relatórios dos efluentes líquidos industriais deverão ser apresentados semestralmente, nos meses de janeiro e julho de cada ano (SÃO PAULO, 1976). No Rio Grande do Sul, devem ser enviados à FEPAM, com periodicidade trimestral, relatórios sobre esse conteúdo, contendo os volumes enviados mensalmente, forma de acondicionamento e razão social da empresa transportadora que também seja licenciada pela FEPAM.

Os inúmeros produtos químicos utilizados para a produção de tintas são responsáveis pelas altas concentrações de compostos orgânicos, sólidos em suspensão, materiais coloridos e poluentes perigosos, como metais pesados nas águas residuais geradas (KRITHIKA; PHILIP, 2016). Algumas partes desses resíduos contêm elementos químicos perigosos que, quando lançados no ambiente, podem penetrar e infiltrar-se no ambiente subterrâneo e, conseqüentemente, se instalar no solo e nos sedimentos de corpos d'água (OLAOYE; OLADEJI, 2017).

Com a finalidade de diminuir esses riscos, os resíduos sólidos gerados nesses empreendimentos, também, devem ter destinação adequada, sendo que os resíduos de interesse ambiental deverão ter sua destinação final precedidos da obtenção do Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental (CADRI) (CETESB, 2021b). Como forma de monitoramento, as empresas devem apresentar, anualmente, relatório informando o tipo e a quantidade de resíduos gerados durante o ano, locais de destinação, quantidade de resíduos e seu respectivo CADRI e forma de condicionamento (SÃO PAULO, 1976). Por se tratarem de resíduos sólidos classe I (perigosos) estes deverão ser adequadamente armazenados e destinados exclusivamente a sistemas de tratamento ou disposição aprovados pela CETESB, mediante obtenção prévia do CADRI (ABNT, 1992).

Os níveis de pressão sonora (ruídos) decorrentes da atividade desenvolvida no local do empreendimento deverão estar em conformidade com aqueles preconizados pela Resolução CONAMA n.º 001/90. Essa resolução informa que o nível de som produzido pelas indústrias

não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10.152/1987 (Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas) visando o conforto da comunidade.

Com o objetivo de prevenir acidentes, a empresa deve manter implantado e à disposição da CETESB, o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e relatório indicando que as instalações atendem integralmente as diretrizes estabelecidas na norma ABNT NBR 17505/2006 (Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis), como o projeto de instalação, operação e manutenção, com memorial descritivo dos poços de monitoramento do solo e nível freático.

O Decreto Federal n.º 9.177, de 23 de outubro de 2017, estabeleceu que todas as indústrias dos setores de tintas que têm um Acordo Setorial ou Termo de Compromisso oficializado são obrigadas a seguir as mesmas metas, etapas, prazos, controles e registros, devendo cumprir as regras gerais desse Acordo. Isso significa que todos os fabricantes de tintas imobiliárias estão obrigados a implementarem a logística reversa e devem comprovar seus projetos nesse sentido.

As empresas que não cumprirem esse regulamento, podem ser enquadradas em crime ambiental, o que pode significar punições financeiras severas, inviabilização de licenciamentos ambientais e prisão dos gestores responsáveis. No entanto, em pesquisa realizada no site Prolata (2021), onde se encontra os locais em que podem ser deixadas as latas de tintas, foi possível perceber que nem todos os estados são atendidos por esse sistema de recebimento. O Prolata é uma associação de iniciativa da ABEAÇO (Associação Brasileira dos Fabricantes de Aço) com a coordenação da ABRAFATI e que possui um termo de compromisso com o Governo Federal, com um conjunto de medidas para melhoria e incremento do sistema de logística reversa.

O órgão ambiental do estado do Paraná indica que quaisquer operações e/ou equipamentos que envolvam a utilização de produtos líquidos poluentes, tais como: combustíveis em geral, óleo lubrificante, hidráulico, de corte, produtos químicos em geral e outros eventuais, quaisquer sejam, devem ser dotados de dispositivos de contenção adequados, instalados nos locais onde as referidas operações forem realizadas e/ou onde os mencionados equipamentos estiverem instalados, para que em casos de vazamentos, estes líquidos permaneçam confinados nos respectivos locais. Inclusive, nas fichas dos produtos químicos sempre são informados quais cuidados devem ser tomados caso isso aconteça.

Nos documentos do IAP, observou-se um cuidado maior em relação à indicação de como deve ser realizado o armazenamento dos materiais. As matérias-primas, principalmente as líquidas, se utilizadas, devem ser estocadas em locais que possuam dispositivos de bloqueio apropriadas para que em casos de vazamentos, não venha a ocorrer poluição ambiental. Além

disso, existe uma precaução em relação às águas pluviais incidentes sobre áreas cobertas e impermeabilizadas, que deverão ser encaminhadas para o respectivo sistema de drenagem.

No caso da existência de Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012) no local objeto do presente licenciamento, deverá ser rigorosamente observado o que estabelece sobre a matéria na legislação vigente. Além disso, a remoção de qualquer tipo de cobertura vegetal na área da empresa deverá ser precedida de Autorização específica nesse sentido, a ser obtida junto ao Setor Florestal do Instituto do Estado do Paraná.

O não cumprimento à legislação ambiental vigente sujeitará a empresa e/ou seus representantes, às sanções previstas na Lei Federal 9.605/98 (Lei dos Crimes Ambientais), e seus decretos reguladores. Dentre essas penalidades estão multas, restrição de direitos e interdição do local.

A FEPAM estabelece que o nível de emissão que deve ser atendido pelos VOCs é de 50 mg/Nm³ e pelo material particulado é de 70 mg/Nm³, ambos em base seca e nas condições normais. Além disso, deverá ser realizada, anualmente, amostragem de chaminé, onde o laudo a ser apresentado deverá atender obrigatoriamente algumas condições, como determinar a umidade dos efluentes nas chaminés e os certificados de calibração dos equipamentos utilizados.

Outra determinação da FEPAM é que as empresas deverão adotar medidas de controle para as operações de recebimento, armazenagem e transferência de matérias-primas, de modo a evitarem a emissão de material particulado para a atmosfera ou causarem incômodo à população.

Além disso, deverão ser segregados, identificados, classificados e acondicionados os resíduos sólidos gerados para a armazenagem provisória na área do empreendimento, além de seguir os condicionantes de armazenagem estabelecido pela ABNT NBR 12235/92 (Armazenamento de resíduos perigosos). A FEPAM estabelece que deverá ser mantido à disposição da fiscalização, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) atualizado, acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional responsável pela sua atualização e execução, em conformidade com o estabelecido pela Lei Federal n.º 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Sobre os resíduos, fica proibida a sua disposição em áreas contidas no domínio de Áreas de Preservação Permanente (APP) ou de reserva legal, definidas no Código Florestal (BRASIL, 2012), bem como os limites da zona de amortecimentos definidos para as unidades de conservação. Vale ressaltar que, deverá ser verificado o licenciamento ambiental das empresas ou centrais para as quais seus resíduos estão sendo encaminhados, e atentando para o seu

cumprimento, pois, a responsabilidade pela destinação adequada dos mesmos é da fonte geradora, independente da contratação de serviços de terceiros.

O transporte dos resíduos perigosos (Classe I, de acordo com a ABNT NBR 10.004/87) gerados no empreendimento somente poderá ser realizado por veículos licenciados pela FEPAM para Fontes Móveis com potencial de poluição ambiental, devendo ser acompanhado do respectivo "Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR", conforme Portaria FEPAM n.º 034/2009.

Com a finalidade de identificar a presença de substâncias químicas no solo, deverão ser realizadas, semestralmente, coletas e análises das águas subterrâneas na rede de poços implantada para monitoramento de metais, compostos orgânicos voláteis (VOC) e compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC) (BRASIL, 2009).

O IAP determina, ainda, que devem ser realizados programas de educação ambiental destinados à capacitação dos trabalhadores, visando à melhoria e ao controle efetivo do ambiente de trabalho, bem como sobre as repercussões do processo produtivo no meio ambiente. Os registros contendo, no mínimo, o assunto, os temas abordados, a data de realização, o local, o nome do palestrante, nome dos participantes e assinatura, deverão ficar armazenados no empreendimento para fins de fiscalização, conforme estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999). Essa determinação não foi verificada nos demais órgãos ambientais.

Através dessas licenças ambientais é possível perceber que são diversos os requisitos legais que as empresas fabricantes de tintas devem atender. Embora não tenha sido possível o acesso aos estudos ambientais, através do material analisado, sobretudo as licenças ambientais, foi possível obter informações relativas as mesmas. A obtenção das licenças ambientais pelas mesmas é um indicativo mais contundente de atendimento à legislação ambiental brasileira.

Nota-se que nos órgãos ambientais de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, a transparência, no que se refere à disponibilidade das licenças de operação, é maior do que nos demais estados brasileiros. Dessa forma, ressalta-se a importância da fiscalização e da efetividade do licenciamento ambiental em todos os estados do Brasil e a necessidade de que a sociedade tenha acesso às informações que lhe permita realizar o controle social, ou seja, a integração da sociedade com a administração pública com a finalidade de solucionar problemas.

6.5.5 Aspectos relacionados com a ACVO

A elaboração de uma ACVO envolve, de forma geral, conhecer toda organização. Isso inclui atividades associadas a toda cadeia de valor. O procedimento inclui definir objetivo e

escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação, semelhante à ACV normatizada pela ABNT ISO 14040.

Através do estudo mais aprofundado da FISPQ foi possível encontrar a composição da tinta com suas respectivas taxas de concentração. Essa informação é muito importante, visto que dificilmente a composição exata do produto seria obtida, por se tratar de um segredo da fábrica. Por exemplo, no estudo realizado por Bonoli e Franzoni (2019), foi realizada uma ACV de revestimentos para restauração de edifícios históricos. Os profissionais que participaram do estudo possuíam conhecimento limitado sobre os produtos e tiveram como base para a elaboração, as fichas técnicas dos produtos.

A ABNT ISO 14001:2015 é um importante instrumento de gestão ambiental das empresas, em que um dos pré-requisitos para obtenção da certificação associada à essa norma é a apresentação de dados referentes ao impacto das atividades e processos ao meio ambiente. Nesse estudo, foram identificadas três empresas que forneciam os relatórios de forma pública, em que foram obtidas várias informações, principalmente, no contexto organizacional. Apesar do acesso aos relatórios dessas empresas, constatou-se que não são suficientes para elaboração de uma ACVO, pois os dados fornecidos são disponibilizados de forma superficial, e os números apresentados demonstram apenas os aspectos positivos da organização. Dessa forma, verifica-se a necessidade de complementação por meio de outras ações ou instrumentos que permitam o acesso aos dados necessários para elaboração da ACVO.

Segundo Lo-Iacono-Ferreira *et al.* (2017), no estudo sobre as universidades que adotam o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), verificados de acordo com o sistema de Gestão e Auditoria, foi verificado que o SGA provou ser útil na ACVO. Contudo, assim como nesse estudo, a gestão e auditoria não garantem a disponibilidade de todos os dados necessários para desenvolver uma ACVO. Os autores sugerem que um sistema contábil estruturado pode auxiliar a complementar o estudo e que há a necessidade do interesse da gestão da organização em realizar essa avaliação a fim de que ela seja bem-sucedida.

Outra fonte de dados utilizadas foram as licenças de operação de algumas das empresas pesquisadas. Apesar de não ter sido possível o acesso às licenças de todos os estados, aquelas que foram identificadas forneceram diversos subsídios que são úteis para a elaboração de uma ACVO (relação de equipamentos com a indicação de potência, destinação de resíduos, quantidade de matérias-primas, destinação dos resíduos sólidos).

6.6 Conclusão

A elaboração de uma ACVO é desafiadora pelo volume e qualidade de dados que exige, mesmo quando há a intenção da organização em realizá-la e, conseqüentemente, colaborar no fornecimento dos referidos dados. Nessa pesquisa, foram apresentados instrumentos que podem subsidiar a elaboração da ACVO: Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ); relatórios com informações ambientais das empresas, com destaque para as que possuem Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14001:2015) e licenças de operação (emitidas pelos órgãos ambientais estaduais) que são obrigatórias para o funcionamento das indústrias do setor de tintas no Brasil.

Cada um dos instrumentos mencionados contribuiu com um determinado conjunto de informações: FISPQ (nome químico e faixas de concentração das matérias-primas, dados ecotoxicológicos e ecológicos sobre os produtos químicos, formas de tratamento e disposição)), relatórios de sustentabilidade ambiental, relatórios de SGA (contexto, recursos, planejamento, iniciativas e desempenho das organizações em relação ao meio ambiente) e licenças de operação (nome de equipamentos e suas respectivas potências, gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos, normativos legais e indicativos para o seu atendimento).

Embora tenham sido identificadas muitas informações, para que as mesmas sejam úteis na elaboração da ACVO é necessário conhecer mais especificidades, como quantidades, por exemplo, a fim de que seja definida uma unidade funcional; descrição mais detalhada sobre processos de tratamento de efluentes e destinação final de resíduos; além de informações sobre as partes interessadas relacionadas à organização.

Para essa pesquisa, utilizamos como referência indústrias de tintas instaladas no Brasil. Contudo, outros setores produtivos podem ser pesquisados seguindo-se a mesma lógica e, inclusive, incorporando outras fontes de dados, além das que foram identificadas e demonstrado o seu potencial de subsídio para a ACVO.

A indicação dos subsídios mencionados pode ser um incentivo para as organizações que pretendem elaborar uma ACVO; pois significa que alguns passos já foram dados através das informações obtidas em outros documentos da empresa. Além disso, pode ser útil aos pesquisadores que utilizam as ferramentas relacionados à gestão do ciclo de vida nos seus estudos e, por algum motivo, não tem condições e possibilidades de obter dados primários. No caso dessa pesquisa, num primeiro momento, estava prevista a coleta de dados em duas indústrias fabricantes de tintas. No entanto, a pandemia causada pelo covid-19 inviabilizou a realização da pesquisa direta.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (422087/2018-1) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Piauí - FAPEPI pelo financiamento de projetos de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABRAFATI. **O setor de tintas no Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.abrafati.com.br/o-setor-de-tintas-no-brasil/>. Acesso em: 23 mar. de 2021.
- AKZONOBEL. **AkzoNobel Brasil, 2020**. Disponível em: <https://www.akzonobel.com/en/br>. Acesso em: 23 mar. de 2021.
- AL-KATTAN, Ahmed; WICHSER, Adrian; VONBANK, Roger; BRUNNER, Samuel; ULRICH, Andrea; ZUIN, Stefano; NOWACK, Bernd. Release of TiO₂ from paints containing pigment-TiO₂ or nano-TiO₂ by weathering. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 15, n. 12, p. 2186-93, 2013. <http://dx.doi.org/10.1039/c3em00331k>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12554:2013**: tintas para edificações não industriais: Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT:2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044**: gestão ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida: requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001**: sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/TS 14072**: Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida: Requisitos e diretrizes para a avaliação do ciclo de vida organizacional. Rio de Janeiro: ABNT ISO/TS, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14725-4**: Produtos químicos: informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 4: ficha de informações de segurança de produtos químicos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004:2004 – Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas técnicas: 71p. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12235:1992 – Armazenagem de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas técnicas: 14p. 1992.
- BASF. **BASF na América do Sul Relatório 2019**. São Paulo: Basf, 2020. Disponível em: <https://www.basf.com/br/pt/.html>. Acesso em: 23 mar. de 2019.
- BONOLI, A.; FRANZONI, E. Life Cycle Assessment (LCA) analysis of renders and paints for the restoration of historical buildings. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 296, p. 012022-132, 30 jul. 2019. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/296/1/012022>.
- BRASIL. Lei nº 9795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília, 1999.

BRASIL. **Decreto-lei nº 276**, de 23 de julho de 1999. Brasília, 1999.

BRASIL. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. **Resolução Conama Nº 420 de 28/12/2009**: Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas. Brasília, 2009.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasil, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 23 mar. de 2021.

BRASIL. Lei nº 12651, de 25 de maio de 2012. **Proteção de Vegetação Nativa**. Brasília, 2012.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e Construção Civil**. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 19 mar. de 2021.

CAMARGO, André Moreira de; FORIN, Silvia; MACEDO, Keyvan; FINKBEINER, Matthias; MARTÍNEZ-BLANCO, Julia. The implementation of organizational LCA to internally manage the environmental impacts of a broad product portfolio: an example for a cosmetics, fragrances, and toiletry provider.: an example for a cosmetics, fragrances, and toiletry provider. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 24, n. 1, p. 104-116, 30 jul. 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-018-1502-4>.

CARRILLO, Freddy. **Relatório de Gestão 2018**. São Paulo: Abrafati, 2019. Disponível em: <https://abrafati.com.br/relatorio-de-gestao/>. Acesso em: 23 mar. de 2021.

CETESB. **CADRI – Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental**, 2021b. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/pdf/CADRI.pdf>. Acesso em: 23 mar. de 2021.

CETESB. **Licenciamento ambiental – Roteiros e informações**, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/>. Acesso em: 06 abr. de 2021.

COLANGELO, Francesco; PETRILLO, Antonella; CIOFFI, Raffaele; BORRELLI, Claudia; FORCINA, Antonio. Life cycle assessment of recycled concretes: a case study in southern Italy.: A case study in southern Italy. **Science Of The Total Environment**, v. 615, p. 1506-1517, fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.107>.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes – Série P+L**. São Paulo: CETESB, FIESP, 2008.

FEPAM. **Licenciamento ambiental**, 2021. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/Area1/default.asp>. Acesso em: 06 abr. de 2021.

GBCBRASIL. **Certificações**. Disponível em: https://www.gbcbrasil.org.br/wp-content/uploads/2019/09/UL_Greenguard.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

HISCHIER, Roland; NOWACK, Bernd; GOTTSCHALK, Fadri; HINCAPIE, Ingrid; STEINFELDT, Michael; SOM, Claudia. Life cycle assessment of façade coating systems containing manufactured nanomaterials. **Journal Of Nanoparticle Research**, v. 17, n. 2, p. 1-17, fev. 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s11051-015-2881-0>.

IAP. **Consultas a licenças ambientais, 2021**. Disponível em: http://celepar7.pr.gov.br/sia/licenciamento/consulta/con_licenca.asp. Acesso em: 06 abr. de 2021

INMETRO. **Acreditar organismos de certificação**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/acreditar-organismos-de-certificacao>. Acesso em: 06 abr. de 2021.

IRIBARREN, Diego; MARVUGLIA, Antonino; HILD, Paula; GUITON, Mélanie; POPOVICI, Emil; BENETTO, Enrico. Life cycle assessment and data envelopment analysis approach for the selection of building components according to their environmental impact efficiency: a case study for external walls.: a case study for external walls. **Journal Of Cleaner Production**, v. 87, p. 707-716, jan. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.073>.

JUNGBLUTH, Niels; KELLER, Regula; KÖNIG, Alex. ONE TWO WE—life cycle management in canteens together with suppliers, customers and guests. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 21, n. 5, p. 646-653, 26 out. 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-015-0982-8>.

KRITHIKA, D.; PHILIP, Ligy. Treatment of wastewater from water based paint industries using submerged attached growth reactor. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 107, p.31-41, fev. 2016.

LO-IACONO-FERREIRA, Vanesa G.; TORREGROSA-LÓPEZ, Juan Ignacio; CAPUZ-RIZO, Salvador F. Organizational life cycle assessment: suitability for higher education institutions with environmental management systems. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 12, p. 1928-1943, 30 mar. 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-017-1289-8>.

MANZARDO, Alessandro; LOSS, Andrea; JINGZHENG, Ren; ZULIANI, Filippo; SCIPIONI, Antonio. Definition and application of activity portfolio and control/influence approaches in organizational life cycle assessment. **Journal Of Cleaner Production**, v. 184, p. 264-273, maio 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.262>.

MARTÍNEZ-BLANCO, J. *et al.* Organizational LCA: the new member of the lca family.:introducing the unep/setac life cycle initiative guidance document. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 20, n. 8, p. 1045-1047, 10 jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-015-0912-9>.

MARTÍNEZ-BLANCO, J.; FORIN, S.; FINKBEINER, M. Challenges of organizational LCA: lessons learned from road testing the guidance on organizational life cycle assessment. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 25, n. 2, p. 311-331, 1 nov. 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-019-01699-3>.

MERTEN, Henrique Oliveira; SILVA, Matheus Borges; CALDAS, Lucas Rosse; SPOSTO, Rosa Maria. Compostos Orgânicos Voláteis de tintas imobiliárias e certificações ambientais: estudo de caso para solos.: estudo de caso para solos. **Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 25 nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.5216/reec.v13i1.41988>.

MONTAZERI, Mahdokht; ECKELMAN, Matthew J. Life cycle assessment of UV-Curable bio-based wood flooring coatings. **Journal Of Cleaner Production**, v. 192, p. 932-939, ago. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.209>.

OLAOYE, R. A.; OLADEJI, O. S. Preliminary Assessment of Effects of Paint Industry Effluents on Local Groundwater Regime in Ibadan, Nigeria. **Int. J. Eng. Res**, v. 4, p. 518-522, 2015.

PIEKARSKI, Cassiano Moro; FRANCISCO, Antonio Carlos de; LUZ, Leila Mendes da; KOVALESKI, João Luiz; SILVA, Diogo Aparecido Lopes. Life cycle assessment of medium-density fiberboard (MDF) manufacturing process in Brazil. **Science Of The Total Environment**, v. 575, p. 103-111, jan. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.007>.

PORTAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL. **Pesquisa de licenciamento ambiental**, 2021. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/pesquisa-de-licenciamento-ambiental>. Acesso em: 06 abr. de 2021.

PROLATA. **Rota da reciclagem**, 2021. Disponível em: <https://www.prolata.com.br/>. Acesso em: 06 abr. de 2021.

RESTA, Barbara; GAIARDELLI, Paolo; PINTO, Roberto; DOTTI, Stefano. Enhancing environmental management in the textile sector: an organisational-life cycle assessment approach.: An Organisational-Life Cycle Assessment approach. **Journal Of Cleaner Production**, v. 135, p. 620-632, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.135>.

SÃO PAULO. Lei nº 997, de 31 de maio de 1976. **Prevenção e O Controle da Poluição do Meio Ambiente**. São Paulo, SP, 1976.

SATTLER, Miguel Aloysio. **Construção e Meio ambiente**. Porto Alegre: Anatac, 2006. p. 1-296. Disponível em: www.habitare.org.br. Acesso em: 02 mar. de 2021.

SEBRAE. **Como montar uma fábrica de tintas**, 2021. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-tintas,a6297a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso: 02 mar. de 2021.

SHERWIN-WILLIAMS. **Relatório anual**, 2020. Disponível em: <https://www.sherwin-williams.com.br/>. Acesso: 25 mar. de 2021.

SIYAB, N., TENBUSCH, S., WILLIS, S. et al. Going Green: tornando a realidade compatível com a ambição de revestimentos de bobina sustentáveis. **J Coat Technol Res**, v. 13, p. 629–643, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11998-015-9766-0>

TORGAL, F. JALALI, S. Toxicidade de materiais de construção. Até que ponto são seguros os limites definidos na legislação? **Construlink, Portal da Construção**. n. 29, fev., 2012.

VERBRAS. **Produtos**, 2021. Disponível em: <http://verbrascorp.com.br/produtos/>. Acesso em: 02 abr. de 2021.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A visita realizada na fábrica Verbras auxiliou para o conhecimento das atividades do setor, como: matérias-primas, processo produtivo, produtos, consumo de água e energia, e informações sobre riscos à segurança dos trabalhadores da indústria. Estavam previstas novas visitas à Verbras para complementação da coleta de dados e, também, à Semar (órgão ambiental) para acesso aos estudos ambientais. Contudo, devido à pandemia causada pela covid-19, não foi possível seguir esse planejamento.

Visando evidenciar os esforços na área ambiental, foi avaliado o nível de maturidade ambiental das empresas do setor de tintas. Assim, constatou-se que trinta e oito empresas estão no nível atendimento às legislações, vinte e oito estão no nível social, dezenove estão no nível qualidade e cinco no nível empresa verde. Embora as empresas alcancem esse último estágio de maturidade estabelecido, ainda devem buscar avanços na perspectiva ambiental, através, por exemplo, de adoção de metodologias como ACV e ACVO.

Além disso, foram identificados instrumentos que podem subsidiar a elaboração da ACVO: FISPQ; relatórios com informações ambientais das empresas, com destaque para as que possuem Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14001:2015) e licenças de operação (emitidas pelos órgãos ambientais estaduais) que são obrigatórias para o funcionamento das indústrias do setor de tintas no Brasil.

Ademais, é importante ressaltar, que é muito importante as visitas nas indústrias que serão pesquisadas, além da disponibilidade das empresas e dos órgãos ambientais para o fornecimento de informações que são imprescindíveis para a elaboração da ACVO. Dessa forma, conclui-se que os dados obtidos nesse estudo podem ajudar outros pesquisadores e organizações que pretendem elaborar uma ACVO, pois alguns passos já foram dados através da identificação dos subsídios. Além disso, identificamos que algumas empresas já possuem um nível de maturidade ambiental mais elevado, mas com a adoção da ACVO ou da ACV, elas podem atingir um nível máximo de maturidade.

Dessa forma, a maturidade ambiental no setor de tintas é importante para sociedade, pois ela se beneficia em conhecer sobre como esse setor pode afetar a saúde e o meio ambiente e desse modo escolher produtos que são mais ambientalmente sustentáveis. O governo deve ampliar a fiscalização do setor de tintas, já que existem diversas leis nessa área, bem como deve atualizar aquelas que estão defasadas. Além disso, as empresas devem obedecer às leis e buscar alternativas para melhorar o seu desempenho ambiental.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. G.; LIRA, J. S. de M. M.; SPOSTO, R. M. Forros de gesso e pvc comparativamente ao forro de madeira: avaliação do ciclo de vida de emissões de CO₂. **Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 14, n. 2, p.1-17, 6 mar. 2018. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/reec.v14i2.47763>. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/47763>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 12554:2013 – Tintas para edificações não industriais – Terminologia**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas técnicas:7p. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2014a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2014b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14071**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Processos de análise crítica e competências do analista: Requisitos adicionais e diretrizes para a ABNT NBR ISO 14044:2009. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES DE TINTAS (ABRAFATI). **PSQ – Programa setorial de qualidade**. 2021. Disponível em: <https://www.abrafati.com.br/programa-setorial-da-qualidade/>. Acesso: 02 abr. de 2021.
- BARBOSA, A. D. *et al.* Combined use of coagulation (M. oleifera) and electrochemical techniques in the treatment of industrial paint wastewater for reuse and/or disposal. **Water Research**, v. 145, p.153-161, nov. 2018.
- BLUNDO, D. S. *et al.* Sustainability as source of competitive advantages in mature sectors. **Smart And Sustainable Built Environment**, v. 8, n. 1, p.53-79, abr. 2019. <http://dx.doi.org/10.1108/sasbe-07-2018-0038>.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR - 17 – Ergonomia**. São Paulo: 1978.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR - 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. 77ª Edição, São Paulo: 2017.
- Construção Civil impulsiona os investimentos e faz o PIB crescer. **CBIC** (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), Brasília, 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-civil-impulsiona-os-investimentos-e-faz-o-pib-crescer/>. Acesso em: 20 mar. de 2021.
- DWAIKAT, L. N.; ALI, K. N. Green buildings life cycle cost analysis and life cycle budget development: Practical applications. **Journal Of Building Engineering**, v. 18, n. 18, p.303-311, jul. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.03.015>.

FAN, L. *et al.* Evaluation for social and humanity demand on green residential districts in China based on SLCA. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 23, n. 3, p.640-650, 19 jul. 2016. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-016-1166-x>.

International Organization for Standardization. **ISO 15686-1**: Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles/Framework. Geneva, 2008.

International Organization for Standardization. **ISO/TS 14072**: Environmental Management life Cycle Assessment Requirements and Guidelines for Organizational Life Cycle Assessment. Geneva, 2014.

KARLSSON, M. C. F. *et al.* Characterization of paint formulated using secondary TiO₂ pigments recovered from waste paint. **Journal Of Coatings Technology And Research**, v. 16, n. 2, p.607-614, 12 nov. 2018.

LIU, G. *et al.* A production line-based carbon emission assessment model for prefabricated components in China. **Journal Of Cleaner Production**, v. 209, p.30-39, fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.172>.

LO-IACONO-FERREIRA, V. G.; TORREGROSA-LÓPEZ, J. I.; CAPUZ-RIZO, S. F. Organizational life cycle assessment: suitability for higher education institutions with environmental management systems. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 12, p.1928-1943, 30 mar. 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-017-1289-8>.

MARTÍNEZ-BLANCO, J. *et al.* Organizational LCA: the new member of the LCA family—introducing the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative guidance document. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, v. 20, n. 8, p.1045-1047, 10 jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-015-0912-9>.

MANZARDO, Alessandro *et al.* Definition and application of activity portfolio and control/influence approaches in organizational life cycle assessment. **Journal Of Cleaner Production**, v. 184, p.264-273, maio 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.262>.

MERTEN, Henrique Oliveira; SILVA, Matheus Borges; CALDAS, Lucas Rosse; SPOSTO, Rosa Maria. Compostos Orgânicos Voláteis de tintas imobiliárias e certificações ambientais: estudo de caso para solos.: estudo de caso para solos. **Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 25 nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.5216/reec.v13i1.41988>.

MIDDLEMAS, S; FANG, Z. Z.; FAN, P. Life cycle assessment comparison of emerging and traditional Titanium dioxide manufacturing processes. **Journal Of Cleaner Production**, v. 89, p. 137-147, fev. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.019>.

NEPPACH, S.; NUNES, K. R.; SCHEBEK, L. Organizational Environmental Footprint in German construction companies. **Journal Of Cleaner Production**, v. 142, p.78-86, jan. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.065>.

PAINT&PINTURA. São Paulo: Agnelo Editora, nº 251, jan/fev 2020a. Disponível em: <https://www.paintshow.com.br/paintpintura>. Acesso em: 10 abr. de 2021.

PAINT&PINTURA. São Paulo: Agnelo Editora, nº 252, março 2020b. Disponível em: <https://www.paintshow.com.br/paintpintura>. Acesso em: 11 abr. de 2021.

RACHED, C. D. A.; ROVAI, R. L.; LIBERAL, M. de M. C. de. Ambiente e Saúde na Construção Civil: Prática do Modelo Diamante para os Projetos de Sustentabilidade. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p.507-519, 17 dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.5585/geas.v7i3.1506>.

REIZGEVIČIUS, M. *et al.* Promoting Sustainability through Investment in Building Information Modeling (BIM) Technologies: A Design Company Perspective. **Sustainability**, v. 10, n. 3, p.1-22, 26 fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.3390/su10030600>.

RUSZALA, M. J. A. *et al.* Substituição de baixo teor de carbono TiO₂ substitui a tinta: uma revisão. **Revista Internacional de Engenharia Química e Aplicações**, v. 6, n. 5, p. 331, 2015.

SAMANI, P. *et al.* A sustainability assessment of advanced materials for novel housing solutions. **Building And Environment**, v. 92, p.182-191, out. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.012>.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa. **Emissões de GEE no Brasil**, 2020. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/>. Acesso em: 11 abr. de 2021.

SILVA, L. F. da *et al.* Combining Chemical and Photo-Fenton Solar Coagulation Processes in the Treatment of Real Wastewater from Paint Industry. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 11, n. 2, p.128-132, 30 abr. 2019.

SIERRA-PÉREZ, J.; BOSCHMONART-RIVES, J.; GABARRELL, X. Environmental assessment of façade-building systems and thermal insulation materials for different climatic conditions. **Journal Of Cleaner Production**, v. 113, p.102-113, fev. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.090>.

SOUZA, D. M.de *et al.* Comparative life cycle assessment of ceramic brick, concrete brick and cast-in-place reinforced concrete exterior walls. **Journal Of Cleaner Production**, v. 137, p.70-82, nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.069>.

UEMOTO, K. L.; IKEMATSU, P.; AGOPYAN, V. Impacto ambiental das tintas imobiliárias. In: SATTER, M. A. **Construção e Meio Ambiente**. 7.ed. Porto Alegre: ANTAC, 2006. cap. 3. p, 59-95.

UNEP - *United Nations Environment Program*. **Guidance on Organizational Life Cycle Assessment**. France, 2015. Disponível em: https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2015/04/o-lca_24.4.15-web.pdf. Acesso em: 29 mar. de 2021.

UNEP - *United Nations Environment Program*. **Road testing organizational life cycle assessment around the world**. France, 2017. Disponível em: <https://www.lifecycleinitiative.org/o-lca-road-testing-publication-launched/>. Acesso em: 10 abr. de 2021.

USGBC. **Green building design and construction with alternative compliance paths for South America**. 2009. Disponível em: <https://www.usgbc.org/resources/leed-2009-bdc-supplemental-reference-guide-alternative-compliance-paths-south-america>. Acesso em: 11 mar. de 2021.

VERBRAS. **Produtos**. 2021. Disponível em: <http://verbrascorp.com.br/produtos/>. Acesso em: 04 de abr. de 2021.

.