Sustentabilidade na Produção Industrial: A adoção da produção mais limpa como uma prática sustentável

AUTORES:
Ana Julia da Silva Vansan (Faculdade FGP)
Murilo Faria Oliveira (Faculdade FGP)
Prof. Dr. Gilberto Vieira (Faculdade FGP)
Profa. Dra. Roberta Ramazotti Ferraz de Campos (Faculdade FGP)

RESUMO: Diante das mudanças provocadas pela Indústria 4.0, a Produção mais Limpa (P+L) torna-se uma possibilidade ao uso eficiente de recursos, minimização de resíduos e melhoria do ambiente de trabalho no setor produtivo. Entretanto, não garante sozinha a sustentabilidade, necessitando de práticas complementares. Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo geral a realização de uma revisão sistemática de literatura sobre a Produção mais Limpa, bem como interpretar a relevância da implementação de sistemas sustentáveis em atividades produtivas (indústrias brasileiras pela estratégia da P+L), tomando como objetivos específicos analisar dois casos (trabalhos sobre a Produção mais Limpa em indústrias nacionais), apontando os limites e possibilidades da adoção da referida prática ao desenvolvimento sustentável industrial. A pesquisa exploratória demonstrou que a P+L otimiza recursos e minimiza resíduos e impactos ambientais sem grandes investimentos, trazendo benefícios econômicos e sociais às indústrias. Em contrapartida, pela falta de políticas públicas que instaurem a responsabilidade do desenvolvimento sustentável como uma necessidade e não como uma escolha, as práticas sustentáveis reduzem-se a um tempo determinado de implantação e a ações isoladas.

PALAVRAS-CHAVE: Produção mais limpa; Sustentabilidade; Indústria; Redução de custo; Produção.

1 Introdução

É notável que, ao longo do tempo, as formas de produção dos meios produtivos foram se transformando a fim de garantir uma maior disponibilidade dos recursos naturais e dos instrumentos criados a partir desses à existência humana. A humanidade criou estratégias e empregou tecnologias para que as necessidades básicas, como a de alimentar-se, fossem supridas em um curto período de tempo, seja pela produção de alimentos em larga escala, como pelo prolongamento da disposição destes a partir da criação da geladeira, por exemplo.

Entretanto, de acordo com Oliveira *et al*. (2012, p. 70), citando quatro renomados dos referenciais teóricos do tema, tal aceleração dos modos de produção nos

> [...] últimos três séculos [...] acabaram culminando numa série de efeitos colaterais para a sociedade na qual [...] passou a enfrentar o agravamento de problemas como concentração de riquezas, desigualdade social, desemprego, prejuízos ambientais (CARSON, 1962), novas formas de abordagem em relação ao planeta (BOULDING,1966), dificuldades nas relações entre as empresas, e destas com a sociedade (FRIEDMAN, 1970; CARROLL, 1979), além de questões relacionadas à própria possibilidade de subsistência.

Tais consequências do desenvolvimento produtivo suscitaram não apenas uma preocupação com o futuro esgotamento dos recursos da natureza, como também com a forma de distribuição destes e da produção no mundo. Surge-se, desse modo, na década de 1960, pesquisas e estudos que visavam "discutir assuntos relacionados à política, economia, meio ambiente e desenvolvimento sustentável" (Oliveira *et al*., 2012, p. 70) e que influenciaram na elaboração pela Organização Nações Unidas (ONU), em 1987, do "relatório Brundtland", no qual "apresentou-se publicamente o conceito de Desenvolvimento Sustentável como a capacidade de as gerações presentes atenderem às suas necessidades, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem às suas" (CMMAD, 1991, *apud* Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 118).

As discussões sobre a temática que, segundo Oliveira *et al*. (2012), em seu início possuíam resistência por grande parte dos países desenvolvidos, atualmente são inevitáveis de serem pensadas nas diferentes áreas do campo científico, das políticas públicas e dos sistemas de produção. Com um maior avanço dos estudos sobre o conceito desenvolvimento sustentável, considerando-o em um enfoque mais amplo, a ONU propõe, no ano de 2015, "uma nova agenda de desenvolvimento sustentável para os próximos 15 anos, denominada Agenda

2030, composta pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)" (Pacto Global, Rede Brasil, 2024).

Dentre os objetivos propostos por esta organização intergovernamental, estão presentes desde temas relacionados à qualidade de vida e desigualdade social até medidas relacionadas às mudanças climáticas. Destaca-se o nono objetivo, cujo tema se volta à "Indústria, inovação e infraestrutura", visando "construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação" (Nações Unidas, Brasil, 2024), como aquele que endossa a importância da presente pesquisa, no qual possui como tema a sustentabilidade na produção industrial, com foco no conceito de "Produção mais Limpa" (P+L).

Portanto neste trabalho, buscou-se como objetivo geral discutir a relevância da implementação de sistemas sustentáveis em indústrias brasileiras, a partir da adoção da estratégia da P+L. Como objetivo específico, analisar dois trabalhos que abordam sobre a Produção mais Limpa em uma indústria de laticínios e outro de uma indústria de cerâmica vermelha no Brasil; e apontar os limites e as possibilidades de adoção da referida estratégia para o desenvolvimento sustentável dos sistemas fabris.

2 Justificativa

Tomar como ponto de partida a compreensão sobre os principais conceitos e fundamentos que norteiam a busca por práticas mais sustentáveis no âmbito da indústria requer considerar a importância da sustentabilidade, as responsabilidades do setor industrial e os desafios e oportunidades que surgem nesse contexto. Ao mesmo tempo que a "Indústria 4.0" (Pereira; Simonetto, 2018) propiciou maior rapidez ao setor secundário pela automatização dos processos industriais, é preciso reconhecer que tais mudanças em curso não podem ser implantadas sem um estudo aprofundado dos seus riscos, principalmente em relação aos impactos ambientais que o mundo vem sofrendo em decorrência das revoluções industriais.

Dentre uma das estratégias que permite o desenvolvimento das indústrias alinhado à redução do impacto ambiental, destaca-se a P+L como uma prática sustentável de referência em pesquisas na área da Engenharia de Produção, porém, que não é amplamente adotada no cenário industrial. Justifica-se a investigação da implementação da Produção mais Limpa, pois tal estratégia permite o aumento do desempenho na fabricação dos produtos com o uso

eficiente dos recursos naturais, energia e matéria-prima, a melhora no ambiente de trabalho e a minimização da geração de resíduos e emissões.

Em pesquisas empíricas sobre a implementação das estratégias de P+L, nota-se que indústrias que aderem a referida prática "caminham na direção de um empreendimento mais sustentável, no sentido de que poderão contribuir para um melhor ambiente de trabalho, melhor interação com o meio ambiente e maior eficiência produtiva, com consequente redução de custos" (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 129), bem como na prevenção ou minimização dos "desperdícios e geração de resíduos nocivos ao meio ambiente ao longo de um processo produtivo" (Silva; Silva, 2017, p. 505). Em contrapartida, "a aplicação da P+L não é suficiente para atingir a sustentabilidade do segmento" (Silva; Silva, 2017, p. 505), o que justifica o apontamento dos seus limites de implementação quando não articulada à outras práticas de desenvolvimento sustentável.

Considerando a importância da sustentabilidade na produção industrial, que envolve aspectos ambientais, sociais e econômicos, os próximos capítulos visam abordar o conceito de Produção mais Limpa, as dificuldades encontradas na implementação dessa prática, os benefícios atribuídos a ela, e outras informações relevantes sobre o tema. Além disso, foi discutido o comprometimento do sistema fabril com a sustentabilidade em suas operações.

As discussões que serão apresentadas se fundamentaram na análise de trabalhos sobre a temática, os quais foram recuperados pelo levantamento bibliográfico descrito no capítulo "Metodologia".

3 Metodologia

Diante do objetivo de discutir a relevância da implementação de sistemas sustentáveis em indústrias brasileiras, a partir da adoção da estratégia da P+L, será realizada uma pesquisa de natureza básica e de abordagem qualitativa para a análise de trabalhos que abordam sobre a Produção mais Limpa em indústrias, por meio do desenvolvimento de uma investigação exploratória, de modo que este objetivo, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), se caracteriza por proporcionar mais informações sobre a temática em questão. Segundo Severino (2013, p. 107), "a pesquisa exploratória busca [...] levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto".

Nesta investigação, buscou-se interpretar além dos limites e possibilidades da P+L, hipóteses sobre as causas do uso ou não dessas estratégias por parte das indústrias. Portanto, utiliza-se como um dos instrumentos de pesquisa o levantamento bibliográfico de periódicos sobre a temática objeto deste estudo na base de dados da *Scientific Electronic Library On-line* (SciELO).

Para a escolha dos trabalhos que fundamentam a temática, foi realizado, inicialmente, o emprego dos descritores que seriam buscados na referida base de dados. Os termos "Produção mais Limpa" e "PmaisL" foram associados ao operador booleano "OR" (traduzido para o português como OU) e escritos entre aspas (""), visando a procura por trabalhos que apresentassem o primeiro ou o segundo descritor, e a recuperação das palavras chave na mesma ordem em que foram escritas, respectivamente. Tal procedimento resultou na recuperação de 31 trabalhos, que foram pré-selecionados de acordo com os seguintes critérios:

- Escolha de trabalhos publicados entre o ano de 2015 e a data da busca, de forma que a data de corte se refere ao ano em que foi proposta pela ONU a "Agenda 2030" composta pelos objetivos de desenvolvimento sustentável (Pacto Global, Rede Brasil, 2024).

- Seleção de trabalhos que possuem como tema a produção sustentável em indústrias nacionais a partir da adoção da P+L.

Após a leitura dos títulos dos periódicos, 19 artigos foram escolhidos para a análise dos resumos, visando a definição dos principais trabalhos que atendiam aos critérios citados. Com tal refinamento, mantiveram-se 6 artigos, cujas informações encontram-se no Quadro 1, os quais foram submetidos à leitura na íntegra para uma pré-seleção.

Devido ao limite de tempo e espaço para a exposição da presente pesquisa, apenas 2 dos 6 artigos foram utilizados de forma mais detalhada para as discussões sobre a implementação de Produção mais Limpa. Adotou-se como critério de escolha a recuperação de um artigo que tivesse como metodologia uma pesquisa empírica em uma indústria, e de um artigo que fizesse o estudo de um setor produtivo a partir de pesquisa bibliográfica em revistas nacionais e internacionais, mas que ainda tivesse como foco as indústrias brasileiras.

Quadro 1 – Artigos recuperados na base de dados da SciELO

	Titulo	Autor	Ano
1	Avaliação da aplicação das técnicas da Produção Mais Limpa em um laticínio no Sul da Bahia	SANTOS, F. F.; QUEIROZ, R. C. S. de; ALMEIDA NETO, J. A.	2018
2	Produção mais limpa: contributos teórico-práticos para a sustentabilidade da cerâmica vermelha	SILVA, R. G. da; SILVA, V. P. da.	2017
3	Análise comparativa de modelos e práticas de gestão ambiental em pequenas e médias empresas do setor da construção civil a partir de estudos teóricos.	SILVA, J. C. B. da; QUELHAS, O. L. G; AMORIM, M. F. de.	2017
4	Princípios e ferramentas da produção mais limpa: um estudo exploratório em empresas brasileiras.	OLIVEIRA NETO, G. C; GODINHO FILHO, M.; GANGA, G. M. D.; NAAS, I. A.; VENDRAMETTO, O.	2015
5	Governança corporativa voltada à Produção Mais Limpa: influência dos stakeholders.	OLIVEIRA NETO, G. C; GODINHO FILHO, M.; VENDRAMETTO, O.; GANGA, G. M. D.; NAAS, I. A.	2015
6	Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa.	SILVA, A. L. E; MORAES, J. A. R; MACHADO, E. L.	2015

Fonte: Elaboração dos próprios autores.

Com a análise dos artigos conforme o Quadro 2, foram elegidos os artigos “Avaliação da aplicação das técnicas da Produção Mais Limpa em um laticínio no Sul da Bahia” (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018)” e “Produção mais limpa: contributos teórico-práticos para a sustentabilidade da cerâmica vermelha” (Silva; Silva, 2017)”, para a fundamentação do capítulo “Produção mais Limpa (P+L): conceito, limites e possibilidades no setor industrial”.

Quadro 2 – Caracterização das empresas, relatadas nos periódicos recuperados

Nº do periódico	Método de pesquisa empregado	Setor/Segmento/Atividade pesquisados	Porte da/s empresas	Abrangência da pesquisa
1	Pesquisa bibliográfica e estudo de caso	Laticínio	Médio	Local
2	Pesquisa bibliográfica e documental	Cerâmica vermelha / Construção Civil	Não especificado	Nacional e Internacional
3	Revisão de literatura	Construção Civil	Pequeno e médio	Nacional
4	*Survey* exploratório	Químico; Metalúrgico; Serviços; Papel e celulose; Eletroeletrônico; Alimentício; e Automobilístico.	Não especificado	Nacional
5	*Survey* exploratório	Metalurgia; Química; Consultoria em Manufatura; Alimentício; Eletroeletrônico; Papel e celulose; Farmacêutico; Cosméticos; e Gráfica	Não especificado	Nacional
6	Pesquisa exploratória	Acessórios para motociclistas	Não especificado	Local

Fonte: elaborado pelos próprios autores.

A partir desse levantamento bibliográfico que compõe a pesquisa básica sobre a importância da adoção da estratégia da P+L como uma prática sustentável à indústrias, serão apresentados os resultados e discussões frutos desta investigação exploratória.

4 Produção mais Limpa (P+L): conceito, limites e possibilidades no setor industrial

Com o levantamento bibliográfico de trabalhos nacionais que abordam sobre a Produção mais Limpa em indústrias, foi possível contextualizar o surgimento da referida prática sustentável e identificar limites e possibilidades de adoção da Produção mais Limpa como estratégia para o desenvolvimento sustentável das indústrias brasileiras. Tais resultados são organizados nos subcapítulos que se seguem.

4.1. O conceito de Produção mais Limpa

Conforme Santos, Queiroz e Almeida Neto (2018, p. 119), a Produção mais Limpa (P+L),

> [...] proposta em 1989 pelo United Nations Environment Programme – UNEP (Programa Ambiental das Nações Unidas) [...] é definida como "[...] a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada a processos, produtos e serviços a fim de aumentar a eficiência e reduzir os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente" (UNEP, 2014).

Segundo os mesmos autores (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 119), diante da "crescente pressão imposta às corporações no que diz respeito ao uso dos recursos naturais finitos, reduzindo a disponibilidade desses recursos e, consequentemente, impactando nos custos de aquisição de matérias-primas e água", o conceito da P+L é difundido pela necessidade de se pensar em formas de prevenção e redução da produção de resíduos que impactam negativamente a natureza, o seres humanos e o ambiente de trabalho.

O aumento de estudos e da consciência ambiental pela população, que resultou em uma grande mobilização para a "criação de leis e programas de monitoramento da qualidade do ar, poluição da água, economia de energia e geração de resíduos" (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 119) repercutiu no modo como as empresas organizavam seus processos produtivos. A Produção mais Limpa, portanto, tornou-se uma das formas possíveis de serem adotadas pelo setor secundário da economia em busca de seu desenvolvimento mais sustentável, seja em indústrias de pequeno ou grande porte, pois "não requer tecnologias sofisticadas, inovações radicais e nem grandes investimentos" (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 119) e produz impactos positivos na dimensão econômica – com o enxugamento dos gastos e aumento da produção com redução de recursos –, ambiental – com o reaproveitamento e reciclagem,

melhor gestão da produção e do consumo de matéria-prima, uso de insumos de menor impacto ambiental e redução ou eliminação de materiais residuais – e social – com a conscientização ambiental pela equipe de colaboradores e maior atenção à sua qualidade de vida, assim como melhora do relacionamento entre a empresa, os clientes a comunidade e órgãos ambientais por estarem em conformidade com as legislações e normas de preservação do meio ambiente.

A Figura 1 visa ilustrar as técnicas que compõem a P+L, fundamentando-se nos estudos desenvolvidos por Santos, Queiroz e Almeida Neto (2018).

Figura 1 – Técnicas da Produção mais Limpa



Fonte: elaboração dos próprios autores, com base em Santos, Queiroz e Almeida Neto (2018).

Observa-se na Figura 1, explicitamente as prioridades que a P+L seguem, ou seja, inicialmente a meta principal em redução de custos, riscos, desperdícios e a produção de resíduos, presentes em todos os tipos de atividades, seja industrial, comercial e prestação de serviços. Na prioridade seguinte, seguir à risca ao máximo de reutilização dos materiais. Como nem sempre é possível a reutilização total de todos os materiais desperdiçados e dos resíduos, a próxima prioridade são os processos de reciclagem. Assim fica claro a redução de custos de produção e o mínimo de produção sucatas, que também tem destino com retorno financeiro.

Cabe também destacar que as técnicas da P+L podem ser classificadas em seis categorias:

> i) mudanças no produto: consistem em mudanças de projeto (forma ou design) ou composição de um produto com o objetivo de expandir sua vida útil, facilitar sua reparação e amenizar seu prejuízo ao meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até a sua disposição final [11, 28]; ii) boas práticas operacionais: consistem em mudanças operacionais, de procedimentos, de gestão em uma organização para reduzir desperdícios [...], incluindo: melhorias de logística de compra, estocagem, e distribuição de matéria-prima e materiais auxiliares; mudanças na dosagem de matéria-prima; elaboração de manuais de boas práticas operacionais; e

> treinamento de pessoas [11]; iii) mudanças de matérias-primas ou insumos: consistem em mudanças que buscam eliminar ou reduzir a entrada de matéria-prima e insumos perigosos, bem como evitar a entrada de materiais não perigosos, mas que geram resíduos perigosos no processo. Também podem ser mudanças que objetivam a reciclagem de resíduos de outras indústrias como matéria-prima, uso de matéria-prima biodegradável ou com o tempo de vida útil mais longo [11, 28]; iv) mudanças tecnológicas de processos: consistem em mudanças tecnológicas de processo ou de equipamentos para reduzir os desperdícios na produção [...]; v) reuso ou reciclagem interna: consiste no retorno dentro do processo industrial com ou sem tratamento de um material residual, ou para o processo que o originou ou para outro processo, como material de entrada ou outra utilização na própria organização [11, 23]; vi) reuso ou reciclagem externa: consiste no uso de um material residual com ou sem tratamento para outro processo industrial fora da organização [23] (Silva; Silva, 2017, p. 497).

Apresentado o conceito da Produção mais Limpa e suas técnicas componentes, bem como a sua importância para o desenvolvimento econômico das empresas articulado com o desenvolvimento sustentável, quais seriam as principais dificuldades encontradas na busca pela adoção de tal estratégia? Eis os limites e as possibilidades apontadas em pesquisas que investigaram a implementação da P+L por empresas brasileiras.

5 Resultados e Discussão

5.1 Os limites e possibilidades da Produção mais Limpa em indústrias nacionais

Conforme exposto, a Produção mais Limpa se configura como uma estratégia sustentável que pode ser adequada a qualquer grupo de empresa – pequeno, médio ou grande porte –, de modo que tal setor, ao adotá-la como prática sustentável, tem o potencial de se beneficiar tanto econômica, quanto ambiental e socialmente. Entretanto, "existem algumas barreiras que dificultam a sua implantação nas organizações e que precisam ser superadas" (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 119).

De acordo com Santos, Queiroz e Almeida Neto (2018, p. 119-120),

> Essas barreiras são: conceituais (interpretação limitada ou incorreta do conceito de P+L), organizacionais (estrutura organizacional inadequada e sistemas de informação incompletos), técnicas (ausência de uma base operacional sólida), econômicas (desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa), financeiras (percepção incorreta de que investimentos em P+L representam um risco financeiro alto devido à natureza inovadora desses projetos) e políticas (foco insuficiente em P+L nas estratégias ambientais, tecnológica, comercial e de desenvolvimento industrial) (Giannetti *et al.*, 2008; Hoof; Lyon, 2013; Aikenhead *et al.*, 2015).

Com vistas a apontar os limites e as possibilidades de adoção da P+L para o desenvolvimento sustentável dos sistemas fabris, buscou-se analisar o processo de implementação dessa prática sustentável em indústrias brasileiras por meio da análise de dois

artigos desenvolvidos sobre tal temática. Produções acadêmicas estas, que foram recuperadas no levantamento bibliográfico desta presente investigação exploratória.

O artigo "Avaliação da aplicação das técnicas da Produção Mais Limpa em um laticínio no Sul da Bahia" (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018) apresenta uma proposta de intervenção no modo de organização e produção de uma indústria de laticínios, uma vez que esta atividade produtiva desperta preocupações em relação à preservação ambiental. Segundo os autores do referido periódico (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 121), visando "evitar a geração de poluentes", a P+L pode ser vista como uma possibilidade para a atividade de laticínios, com medidas que "abrangem o consumo de água e de energia, os efluentes, os resíduos e emissões, envolvendo a redução na fonte, a reciclagem/reuso e a recuperação". Como exemplos de práticas ligadas à Produção mais Limpa,

> Kubota & Rosa (2013) sugerem o desenvolvimento de um sistema técnico para reuso da água, reciclagem interna do soro do leite, sistema de resfriamento fechado, reaproveitamento e redução da água utilizada. Já Ozbay & Demirer (2007) apresentam oportunidades de P+L no processamento do leite e nas operações de limpeza, sendo que os principais aspectos que podem ser melhorados sem muita dificuldade técnica e custo alto são a água utilizada e as perdas de leite (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 121).

Ao mesmo tempo em que se reconheceu a P+L como estratégia que contribui "para um melhor ambiente de trabalho, melhor interação com o meio ambiente e maior eficiência produtiva, com consequente redução de custos" (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 129), alguns limites foram identificados quando da apresentação da P+L à referida empresa participante do estudo de caso. São eles: a falta de conhecimento sobre as técnicas da Produção mais Limpa por parte da equipe gestora da indústria – o que estende o tempo necessário ao processo de implementação desta estratégia de desenvolvimento atrelado à sustentabilidade –, assim como "a inexistência de programas estruturados que visem a minimização do consumo de água e energia e a minimização e/ou não geração de efluentes, resíduos e emissões" e "a falta de monitoramento e de controle no consumo de água e energia e as questões relacionadas ao ambiente produtivo, como temperatura, ruídos e vibrações, [que] fazem com que a empresa desconheça o real impacto de suas atividades" (Santos; Queiroz; Almeida Neto, 2018, p. 129).

Em contrapartida, o interesse do gestor de produção em conhecer para buscar aplicar as práticas da P+L na indústria proporcionou o enfrentamento de tais limites, buscando

atender na prática objetivos que já eram idealizados pela empresa em relação a um desenvolvimento mais sustentável, e reconhecer algumas ações que já eram realizadas por esta, mas sem clareza de que tais medidas eram fundamentadas pela estratégia da P+L.

Em relação ao artigo "Produção mais limpa: contributos teórico-práticos para a sustentabilidade da cerâmica vermelha" (Silva; Silva, 2017), nota-se um grande consumo "de recursos naturais e energéticos" e "geração de resíduos e desperdícios" (Silva; Silva, 2017, p. 500), por indústrias de produtos cerâmicos voltados à construção civil, o que torna-se necessário o estudo de práticas sustentáveis para essa produção. Isso porque, por mais que tal segmento de indústria tenha um potencial poluidor, "destaca-se que os desperdícios e resíduos gerados possam estar diretamente relacionados às opções de produção despreocupadas com a sustentabilidade" (Silva; Silva, 2017, p. 495).

Nesse sentido, os autores afirmam que "o termo produção mais limpa (P+L) pode, sobretudo, ser aquele que melhor contribui para os anseios de uma produção de cerâmicos vermelhos mais sustentáveis" (Silva; Silva, 2017, p. 495). Identificam-se como uma das contribuições da Produção mais Limpa à essa indústria a reciclagem de resíduos a partir de mudanças nas matérias-primas e insumos, com a incorporação de resíduos gerados em processos produtivos de outras indústrias (vidros de embalagens de bebidas, de recipientes de laboratórios e de lâmpadas fluorescentes descontaminadas, cinzas de bagaço de cana, entre outros) à massa argilosa. De acordo com os autores,

> A reciclagem desses resíduos ajuda a evitar a sua disposição inadequada no meio ambiente, prevenindo a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, do solo e do ar, tendo em vista que alguns desses resíduos são considerados perigosos, isto é, que oferecem riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Portanto, essas técnicas contribuem para a sustentabilidade da cerâmica vermelha, pois, além de evitarem danos à saúde pública e ao meio ambiente pela disposição inadequada de resíduos, ajudam a reduzir custos de produção e, sobretudo, o uso de argila, aumentando o tempo de vida útil das jazidas desse recurso natural (Silva; Silva, 2017, p. 502-503).

Como uma técnica da P+L utilizada, têm se a mudança dos produtos produzidos como uma forma de redução do desperdício de matérias-primas, assim como "redução de custos de produção em consequência da redução do uso de água, energia, combustíveis e, principalmente, argila" (Silva; Silva, 2017, p. 503). Tais mudanças, mesmo vistas como "simples" – como uma mudança no encaixe dos blocos estruturais – produzem um impacto positivo tanto na dimensão econômica como ambiental.

Outras possibilidades de implementação da Produção mais Limpa nas indústrias de cerâmica vermelha são: a opção pela queima da cerâmica em ciclos rápidos que "reduz o uso de combustível e energia no processo de queima, acarretando na redução do uso de recursos naturais (como a cobertura vegetal que fornece a lenha) e de custos de produção" (Silva; Silva, 2017, p. 503); a "construção de novas fornalhas e portas de visibilidade, bem como o isolamento térmico da zona de queima com mantas térmicas como alternativas econômica e ambientalmente viáveis, devido à redução de custo com a economia de combustível" (Silva; Silva, 2017, p. 503); a fabricação de "telhas cerâmicas com espessuras menores, área de cobertura e leveza maiores que as convencionais, obtendo-se [...] a eliminação da etapa de queima que proporciona redução no consumo de combustíveis e, consequentemente, da poluição atmosférica" (Silva; Silva, 2017, p. 504); e a reciclagem interna das matérias-primas e insumos, com a

> análise da qualidade da argila na jazida (BPO); reuso ou reciclagem de RCV, como o chamote, no próprio processo produtivo (RRI e MMPI); uso de peneiras com menor abertura para evitar a passagem de impurezas no processo de extrusão (BPO); manutenção preventiva das máquinas (BPO); treinamento para os funcionários (BPO) e aproveitamento do calor do forno para secagem artificial de telhas (RRI) [46] (Silva; Silva, 2017, p. 503).

Como limites apontados no uso da P+L pela produção da cerâmica vermelha, tem-se a "escassez do uso de metodologias para aplicação de um programa de P+L" (Silva; Silva, 2017, p. 504), limitando frequentemente essa abordagem à práticas isoladas e descontínuas, tendo em vista que, "todos os artigos apontaram propostas de técnicas de P+L baseadas principalmente em experimentos" (Silva; Silva, 2017, p. 505) aplicados por tempo determinado. Ainda, dentre os artigos recuperados por Silva e Silva (2017), há apenas duas iniciativas institucionais de promoção da abordagem objeto desta pesquisa: "um guia de implementação da metodologia de P+L proposta pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) do Rio Grande do Sul" (Silva; Silva, 2017, p. 504) e uma "Rede Brasileira de Produção Mais Limpa [...] formada por sete núcleos estaduais (MG, BA, SC, MT, RJ, CE e PE) e onze núcleos regionais do SEBRAE (DF, AM, AP, MS, PA, ES, AL, RJ, RN, PI e SE)" (Silva; Silva, 2017, p. 504-505).

Como um desafio específico às indústrias de cerâmica, nota-se uma "insuficiência de técnicas de P+L que auxiliem a evitar a emissão de material particulado fino ou respirável", o

que pode gerar "mortes prematuras, doenças mutagênicas e problemas respiratórios" à população (Silva; Silva, 2017, p. 505), mesmo que já haja estudos de técnicas que visem a redução dessa emissão nociva à saúde. Os autores concluem que "só a aplicação da P+L não é suficiente para atingir a sustentabilidade do segmento" (Silva; Silva, 2017, p. 505), requerendo a

> [...] implantação de uma política de sustentabilidade que seja norteada por sistemas, como os de responsabilidade social, por subsistemas ou estratégias, como os sistemas de gestão ambiental (SGA), e por abordagens, como da P+L, avaliação do ciclo de vida (ACV) e ecodesign, e que tudo isso seja aplicado de forma integrada (Silva; Silva, 2017, p. 505).

A partir da análise dos artigos acima, foi possível constatar que as estratégias de Produção mais Limpa contribuem ao desenvolvimento sustentável de indústrias quando aplicada em conjunto com outras práticas de redução do impacto ambiental articulado ao crescimento econômico. Ao mesmo tempo que possibilita a redução da geração de resíduos e o consumo consciente de matéria prima e energia, observa-se por parte das indústrias a falta de conhecimento sobre tais práticas sustentáveis, a falta de monitoramento do seu consumo de recursos, bem como a ausência de elaboração de estratégias mais sustentáveis como uma política da empresa, apesar da sua disposição para conhecer tais estratégias e aplicar no setor produtivo.

6 Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo a compreensão e conscientização aos conceitos, responsabilidades e fundamentos que buscam as práticas sustentáveis no âmbito da indústria. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, foram abordados conceitos importante sobre a Produção mais Limpa, bem como suas estratégias e implantação, com base em pesquisas e análises de artigos que permitem compreender melhor os meios que são necessário a atenção do empreendedor que deseja ser mais sustentável.

Através da aplicação de discutir a relevância da implantação de sistemas sustentáveis, foi possível observar o resultado de uma indústria de cerâmica que notou a insuficiência de técnicas da P+L, que ajudam a diminuir a emissão de material particulado fino ou respirável, que por sua vez poderiam trazer riscos de saúde aos seus colaboradores. Os resultados obtidos demonstram que a Produção mais Limpa vai além do meio ambiente, ela visa um conjunto de práticas sociais, econômicas e ambientais.

Conclui-se, portanto, que a implementação de técnicas e estratégias da P+L nas empresas pode gerar significativas melhoras nos indicadores de desempenho e folha de gastos, além de proporcionar um ambiente de trabalho mais eficiente e colaborativo, que contribua nas práticas na gestão da produção e sirva como referência para futuras implantações.

Além disso, o estudo deste tema contribui para auxiliar todos aqueles, do micro ao macro, que querem de certa forma reduzir custo, de uma forma a beneficiar todos os ambientes de interação, interno e externo, oferecendo novas perspectivas de novos futuros projetos. Desta forma, este trabalho tem finidade positiva à conclusão do curso de Engenharia de Produção e, como agenda de pesquisas futuras, sugere-se novos estudos práticos sobre a implantação da Produção mais Limpa em outros contextos industriais.

REFERÊNCIAS

NAÇÕES UNIDAS – BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil:** Indústria, inovação e infraestrutura. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/9 Acesso em: 08 set. 2024.

OLIVEIRA, L. R. de; MEDEIROS, R. M.; TERRAC, P. B.; QUELHAS, O. L. G. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção,** v. 22, n. 1, p. 70-82, jan./fev. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/prod/a/rm7ny98HNftrnRMJpFLddGm/?format=pdf&lang=pt Acesso em: 08 set. 2024. DOI 10.1590/S0103-65132011005000062.

PACTO GLOBAL – REDE BRASIL. **ODS e Agenda 2030:** Agir por um futuro em que todas as formas de vida possam prosperar. Disponível em: https://www.pactoglobal.org.br/ods-e-agenda-2030/ Acesso em: 08 set. 2024.

PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. O. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde,** v. 16, n. 1, p. 1-9, jan./jul. 2018. Disponível em: http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/viewFile/4938/pdf_808. Acesso em: 08 set. 2024. DOI 10.5892/ruvrd.v16i1.4938.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico [recurso eletrônico]:** Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/Ebook%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf. Acesso em: 11 set. 2024.

SANTOS, F. F.; QUEIROZ, R. C. S. de; ALMEIDA NETO, J. A. Avaliação da aplicação das técnicas da Produção Mais Limpa em um laticínio no Sul da Bahia. **Gest. Prod.**, v. 25, n. 1, p. 117-131, jan./ mar. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/HzfyQxvNP3QFNT5KX3yGcgx/?lang=pt. Acesso em: 01 set. 2024. DOI 10.1590/0104-530X2234-16.

SEVERINO, A. J. Modalidades e metodologias de pesquisa científica. *In:* SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013, p. 102- 174.

SILVA, R. G. da; SILVA, V. P. da. Produção mais limpa: contributos teórico-práticos para a sustentabilidade da cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 63, n. 368, p. 494-507, out./ dez. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ce/a/gsvVGWpxnCBpB8tnbvhwCMj/?lang=pt#. Acesso em: 01 set. 2024. DOI 10.1590/0366-69132017633682173.