

Indicadores de Desempenho Ambiental na indústria da cerâmica vermelha: um estudo de caso no município de Paudalho, estado de Pernambuco, Brasil.

Environmental Key Performance Indicators in the Red Brick Industry: a case study in the city of Paudalho, state of Pernambuco, Brazil

Indicadores de desempenho ambiental en la industria del ladrillo: un estudio de caso en el municipio de Paudalho, estado de Pernambuco, Brasil

Symone Maria Pancrácio Falcão

Mestranda em Engenharia Ambiental, UFRPE, Brasil
monempf@gmail.com

Maria Carolina Silva

Mestra em Engenharia Ambiental, UFRPE, Brasil
mcskrol@gmail.com

Romildo Morant de Holanda

Professor, Doutor em Recursos Naturais, UFRPE, Brasil
romildomorant@gmail.com

RESUMO

Os Indicadores de Desempenho Ambiental (IDA) constituem uma ferramenta essencial para gestão ambiental em empresas que apresentam forte dependência de recursos naturais, como no caso da indústria da cerâmica vermelha. Os IDA possibilitam monitoramento dos aspectos ambientais significativos, bem como os impactos relacionados a atividade exercida. Nesse sentido, objetivo desse trabalho consistiu na estruturação de indicadores de desempenho ambiental para a indústria da cerâmica vermelha. A pesquisa foi conduzida por meio de estudo de caso, de abordagem qualitativa e quantitativa, em uma indústria no município de Paudalho, que pertence ao maior Pólo desse segmento industrial no estado de Pernambuco, Brasil. A metodologia empregada baseou-se nas diretrizes propostas na Norma ISO 14031 que utiliza o ciclo *Plan, Do, Check, Act* (PDCA). Os resultados apresentam Indicadores de Desempenho Ambiental Operacional (IDO) no que concerne ao consumo energético, Indicadores de Desempenho Ambiental de Gestão (IDG) para emissões, e Indicador de Condição Ambiental (ICA) que diz respeito às áreas de lavra sob licenciamento de argila. OS indicadores propostos disseminam e facilitam o emprego da ferramenta de avaliação de desempenho ambiental (ADA), e tem potencial de subsidiar soluções sustentáveis na extração dos recursos naturais, incentivar uso de biomassa renovável, e ressaltar da importância do cumprimento das exigências legais e ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: CICLO PDCA; ISO 14031; GESTÃO AMBIENTAL.

ABSTRACT

Environmental Key Performance Indicators (eKPIs) are an essential tool for environmental management in companies that are heavily dependent on natural resources, as in the case of the Red Brick Industry. The use of eKPI's makes it possible to monitor significant environmental aspects, as well as the impacts related to the activity performed. The objective of this work was to structure Environmental Key Performance Indicators for the Red Brick Industry. The research was conducted through a case study, with a qualitative and quantitative approach, in an industry in the municipality of Paudalho, which belongs to the largest Pole of this industrial segment in the state of Pernambuco, Brazil. The methodology used was based on the guidelines proposed in ISO 14031 that uses the Plan, Do, Check, Act (PDCA cycle). The results show Operational performance indicator (OPI) in terms of energy consumption, Management performance indicator (MPI) for emissions, and Environmental condition indicator (ECI) which concerns mining areas under clay licensing. The proposed indicators disseminate and facilitate the use of the environmental performance assessment tool. In addition, it has the potential to subsidize sustainable solutions in the extraction of natural resources, encourage the use of renewable biomass, and underscore the importance of complying with legal and environmental requirements.

KEYWORDS: PDCA CYCLE; ISO 14031; ENVIRONMENTAL MANAGEMENT.

RESUMEN

Los indicadores de desempeño ambiental (IDA) son una herramienta esencial para la gestión ambiental en empresas que dependen en gran medida de los recursos naturales, como en el caso de la industria del ladrillo. El uso de IDA permite monitorear aspectos ambientales significativos, así como los impactos relacionados con la actividad realizada. El objetivo de este trabajo fue estructurar indicadores de desempeño ambiental para la industria del ladrillo. La investigación se realizó a través de un estudio de caso, con un enfoque cualitativo y cuantitativo, en una industria en el municipio de Paudalho, que pertenece al Polo más grande de este segmento industrial en el estado de Pernambuco, Brasil. La metodología utilizada se basó en las pautas propuestas en ISO 14.031 que utiliza el Plan, Do, Check, Act (ciclo PDCA). Los resultados muestran los Indicadores de desempeño ambiental operacional (IDO) en términos de consumo de energía, los Indicadores de desempeño de gestión ambiental (IDG) para las emisiones y el Indicador de condición ambiental (ICA) que concierne a las áreas mineras bajo licencia de arcilla. Los indicadores propuestos difunden y facilitan el uso de la herramienta de evaluación del desempeño ambiental (EDA). Además, tiene el potencial de subsidiar soluciones sostenibles en la extracción de recursos naturales, alentar el uso de biomasa renovable y subrayar la importancia de cumplir con los requisitos legales y ambientales.

PALABRAS CLAVE: CICLO PDCA; ISO 14031; GESTIÓN AMBIENTAL.

1 INTRODUÇÃO

O segmento de cerâmica vermelha apresenta relevância no contexto do setor industrial brasileiro, devido sua inserção na cadeia produtiva da construção civil, representando 4,8 % do faturamento dessa indústria com produção mensal média de 3.500 mil milheiros (INT, 2017). Entretanto, observa-se que o aumento da escala de produção dessa indústria não tem sido acompanhado de melhoria de seu desempenho ambiental frente ao desafio que constitui a sustentabilidade do setor (Da Silva e Da Silva; 2017).

A atividade é considerada potencialmente poluidora e utilizadora de recursos ambientais, por se enquadrar na Indústria de Produtos Minerais Não Metálicos, de acordo com Anexo VIII, da Lei Nº 6.938/1981 (Brasil, 1981). Durante seu processo produtivo são extraídos recursos naturais em grande escala para serem utilizados como matéria-prima, no qual estão envolvidos aspectos ambientais como o consumo de energia, geração de resíduos sólidos, emissões de gases do efeito estufa (GEE) (Khumbar, *et al.* 2014).

Além disso, os subprodutos gerados no processo de produção da cerâmica vermelha constituem baixa variedade, com quantidade relevante de peças quebradas e/ou trincadas após o processo de queima (Sales e Alferes Filho, 2014). Segundo estudo do Ministério de Minas e Energia (2009), as perdas no pós-queima variam de 5% nas cerâmicas mais estruturadas e com tecnologia mais moderna a 20% nas cerâmicas mais defasadas tecnologicamente.

O comprometimento da Gestão Empresarial com as questões ambientais tornou-se função estratégica, de modo a exigindo políticas, metas, planos de ação e métodos para mensuração de uma grandeza decisiva nesse novo cenário, o desempenho ambiental (Beuren; Theiss e Carli, 2013). Com pressão das partes interessadas para melhoria contínua do desempenho ambiental das corporações, um número crescente de empresas têm adotado estratégias específicas pautadas principalmente na comunicação e divulgação de dados acerca da relação com o meio ambiente (Adebanjo; The e Ahamed, 2016; Dai; Cantor e Montabon, 2017).

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos visando avaliação de desempenho ambiental de indústrias baseado em indicadores ambientais (SCIPIONI, *et al.* 2008; SELITTO, *et al.* 2010; SANTOS, *et al.* 2014;). Os indicadores constituem uma ferramenta essencial para tomada de decisão de gestores ou coletivas, e devem estar vinculando-as a metas claras (DEHNING, 2016). Tais metas podem ser alcançadas gerenciando efetivamente os elementos das atividades, produtos e serviços de uma organização que podem afetar significativamente o meio ambiente (Silva; Selig e Morales, 2013).

Um das principais medidas adotadas para o alcance desse desempenho constitui a padronização por meio das normas regulamentadoras, difundidas e consideradas ferramentas essenciais no que tange a Gestão Ambiental. Desse modo, no Brasil a Associação Brasileira de Norma Técnica (ABNT), elaborou a Norma Brasileira Regulamentadora – NBR ISO 14031, que tem como objetivo orientar uma Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA), em uma organização (ABNT, 2015). Essa norma possui ampla aceitação a nível internacional, e tem como objetivo principal a melhoria contínua relacionada às questões ambientais por meio do uso de indicadores de desempenho (Tung; Baird e Schoch, 2018).

Segundo a norma ISO 14031, a ADA deve se basear no ciclo PDCA, cujo objetivo é melhoria contínua e não as obtenções de padrões de desempenho, sendo assim, as normas não

determinam o parâmetro ambiental da empresa, mas estimulam a atingir seus próprios objetivos ambientais (Ferrón-Vílchez, 2016).

A abordagem da NBR 14031 destaca na ADA, os Indicadores de Condição Ambiental (ICA), e Indicador de Desempenho Ambiental (IDA). Nos indicadores de condições ambientais, ICA, o objetivo é obter informações sobre as condições do meio ambiente que a organização possa impactar, levando em consideração os impactos reais ou iminentes, visto que a norma aconselha a utilização dos ICA para calcular a linha de base, monitorar tendências, estabelecer limites de poluentes e criar incentivos (ABNT, 2015).

As informações expressas pelos Indicadores de Desempenho Ambientais fornecem para a gestão da empresa, o monitoramento dos aspectos ambientais significativos e os efeitos dos programas de gestão ambiental na corporação (ABNT, 2015). Os IDA são classificados em Indicadores de Desempenho de Gestão (IDG), que tem como meta fornecer dados sobre os esforços do órgão na gestão que influenciam o seu desempenho ambiental, e de Desempenho Operacional (IDO), que subsidia desenvolvimento de ações de melhoria contínua na área de produção da empresa (Fiesp, 2009).

O objetivo do presente estudo foi a estruturação de Indicadores de Desempenho Ambiental por meio de um Estudo de Caso, de carácter exploratório, numa indústria de cerâmica vermelha situada no município de Paudalho, estado de Pernambuco, Brasil. Sua realização justifica-se pelo fato do segmento industrial apresentar forte dependência de recursos naturais, portanto, deve gerenciar os impactos e resíduos causados pelas suas operações ao meio ambiente com base em informação fiável expressa por indicadores. De mesmo modo, possui relevância acadêmica pois ainda há uma lacuna de pesquisa em investigações acerca de indicadores de desempenho ambiental nos diferentes setores industriais.

2 METODOLOGIA

O presente estudo de caso apresenta abordagens qualitativa (coleta de informações) e quantitativa (formulação de indicadores). Dessa forma, conforme relata Yin (2015), as abordagens se complementam, permitindo uma melhor compreensão dos fenômenos estudados.

Após definição e caracterização da área referente ao estudo, utilizou-se as diretrizes propostas na NBR ISO 14031 que baseiam-se no ciclo Plan, Do, Check, Act (PDCA) (ABNT, 2015).

Nesse sentido, a metodologia PDCA adaptada para emprego no presente estudo apresenta quatro fases (Figura 1), que são: i) O planejamento, que busca o direcionamento de indicadores para os aspectos ambientais mais relevantes; ii) Mapeamento de processos e levantamento de dados, que no ciclo compõem a etapa de coleta de informações; iii) Proposta de modelo de avaliação do desempenho ambiental com base em indicadores de nível gerencial, operacional e de condição ambiental, formulados a partir de análise crítica visando melhoria contínua por meio de respectivo monitoramento (ABNT, 2015).

Figura 1: Ciclo do PDCA para aplicação da metodologia no presente estudo



Fonte: Adaptado de ABNT (2015).

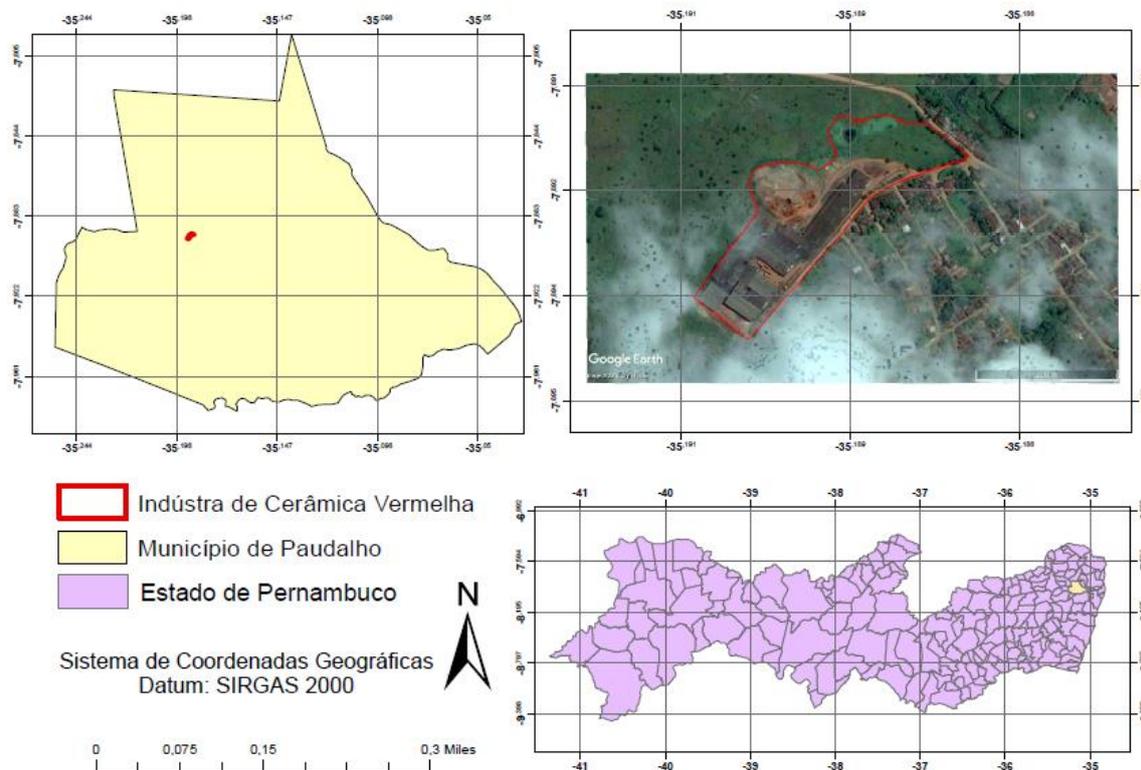
2.1 ÁREA E OBJETO DE ESTUDO

No Estado de Pernambuco, a maior concentração das indústrias ceramistas ocorre no entorno dos rios Capibaribe (municípios de Camaragibe, São Lourenço, Paudalho, Carpina e Limoeiro) e Ipojuca (municípios de Vitória, Bezerros, Gravatá, Caruaru, São Caetano, Tacaimbó e Belo Jardim). Além dessas concentrações, existem algumas indústrias localizadas na Mata Sul do Estado e também no município de Salgueiro. Assim, os dois maiores Polos de produção ceramista são os municípios de Caruaru (Agreste) e Paudalho (Zona da Mata Norte) (CPRH, 2010).

Esse estudo de caso teve como objeto principal a pesquisa em uma indústria de cerâmica vermelha de médio porte (SEBRAE, 2013), localizada no município de Paudalho, Pernambuco, Brasil (Figura 2). As atividades do Pólo Paudalho correspondem a 70% da produção do Estado de cerâmica vermelha, sendo responsável por 5 mil empregos diretos e 15 mil indiretos (Sindicar, 2014). Essa relevância no contexto produtivo do estado, motivou a escolha da da área de estudo.

O município possui população estimada de 56.506 habitantes de acordo com último censo de 2010 (IBGE, 2020) e fica situada cerca de 40 km da cidade do Recife (Figura 2). Paudalho localiza-se na mesorregião Mata e na Microrregião Mata Setentrional do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Tracunhaém, a sul com São Lourenço Mata, Chã Alegria, Glória de Goitá e Camaragibe, a leste com Paulista e Abreu e Lima, e a oeste com Lagoa de Itaenga e Carpina. A área municipal ocupa 269,2 km² e representa 0,27% do Estado de Pernambuco. A sede do município localiza-se: latitude de 07°53'S e longitude de 35°10'W com altitude média de 69 m (CPRM, 2005).

Figura 2: Localização da indústria de cerâmica vermelha do presente estudo de caso, em relação ao município de Paudalho e ao estado de Pernambuco.



Os solos da região são classificados, predominantemente, como Latossolo vermelho Amarelo, Podzóis Hidromórficos, Podzólicos vermelho Amarelo (Embrapa, 2001). E a vegetação é constituída de matas secundárias e resquícios de Mata Atlântica primitiva (Andrade *et al.*, 2005). A indústria escolhida para esse estudo é de base familiar e atualmente conta com cerca de 100 funcionários e colaboradores, e produz blocos estruturais, de vedação, para laje, verticais e canaletas. Possui Certificação Nacional de Qualidade atestada e monitorada pelo Programa Setorial de Qualidade (PSQ), de acordo com o mais recente relatório setorial, durante o período da pesquisa, N° 001/2019 (Anicer, 2019).

2.2 MAPEAMENTO DE PROCESSOS PRODUTIVOS E LEVANTAMENTO DE DADOS

A identificação dos fluxos de processos fabris, de tratamento e disposição de resíduos, assim como levantamento de aspectos e impactos ambientais, foi possível por meio de visitas técnicas às linhas de produção de cerâmica vermelha e registro fotográfico. Tais visitas, também foram compostas por entrevistas aos gestores e funcionários das áreas de produção da indústria utilizada como estudo de caso.

Utilizou-se técnicas de mapeamento de processos produtivos por meio de sistemografia (Kintschner e Filho, 2005), para geração de um fluxograma via software online Lucichart. Tal mapeamento fornece representações gráficas dos processos produtivos de indústria da cerâmica vermelha, levando em consideração as entradas e saídas, bem como os aspectos ambientais envolvidos (Seleme e Stadler, 2010).

2.3 FORMULAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL

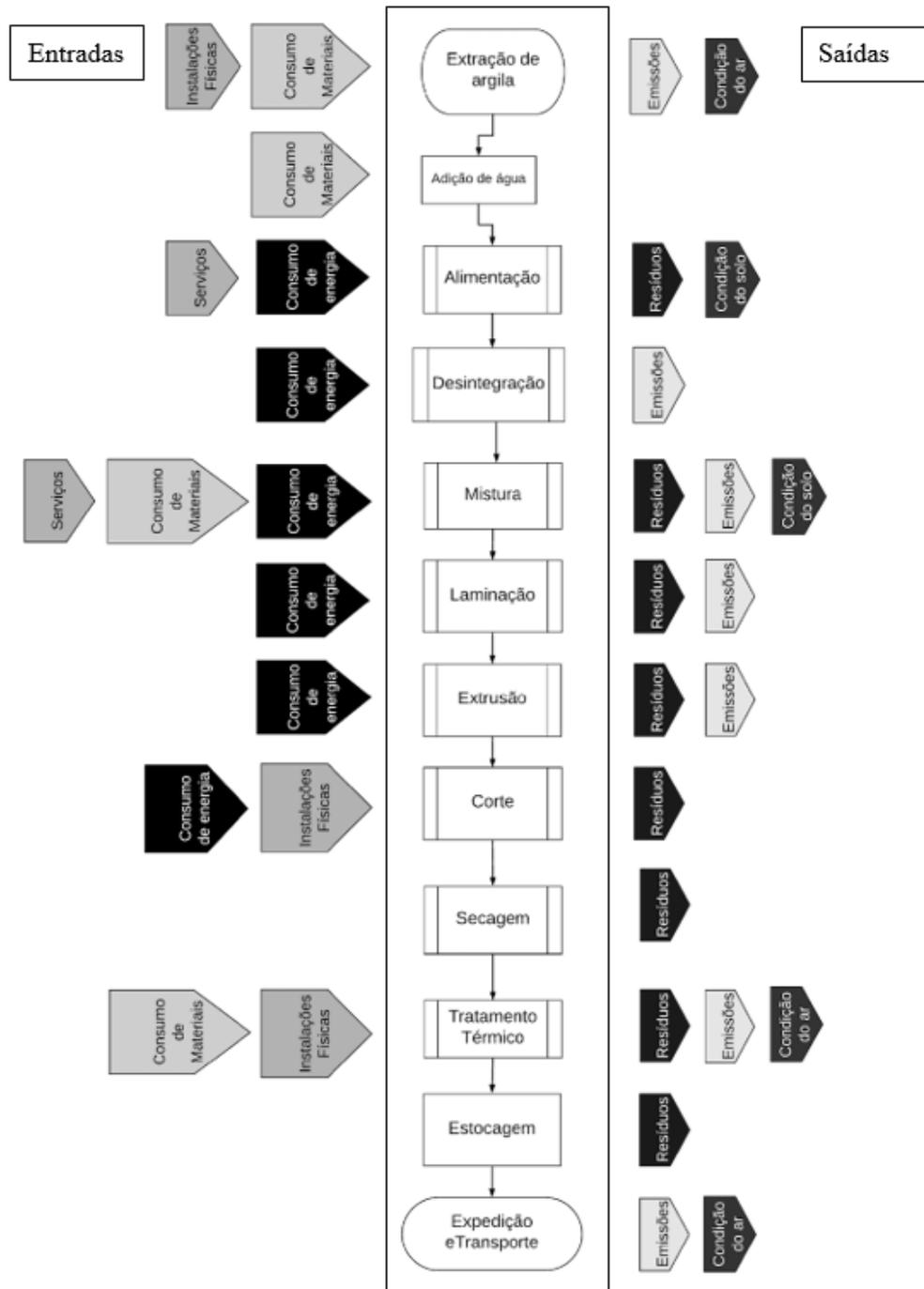
Os indicadores de desempenho ambiental são constituídos de respectivos objetivos, fórmulas, e periodicidade de medição, para que sejam monitorados em função da melhoria contínua ambiental da indústria (ABNT, 2015). Conforme orienta a NBR 14031 (ABNT, 2015), devem-se definir indicadores que reflitam a realidade da atividade, considerando aspectos e impactos nela envolvidos.

A frequência de medição desses indicadores é estabelecida de modo a representar as informações e possibilitar análise crítica dos gestores da organização, podendo ser diária, semanal, anual, ou qualquer outra periodicidade.

3 RESULTADOS

De acordo com estudo anterior a partir do levantamento de impactos ambientais em indústria no município de Paudalho, foi possível direcionar o planejamento dos possíveis indicadores para os aspectos ambientais de maior ocorrência (Falcão, *et al* 2018). Nessa fase do presente estudo obteve-se a estruturação de um fluxograma dos processo produtivo do estudo de caso e respectiva indicação dos aspectos ambientais nas entradas e saídas de cada etapa (Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma do mapeamento dos processos produtivos com identificação dos grupos de aspectos NBR 14031 (ABNT, 2015), nas entradas (inputs) e saídas (outputs).



Inicialmente no processo da adição de água após o processo de extração da argila, não há um controle do uso desse recurso natural por meio de registro. Não há inclusão de controle do uso da água na rotina de produção e é realizado quando o operador percebe que o traço necessita de adição. O registro que era utilizado para controle da quantidade de água adicionada foi retirado por apresentar defeito, assim esse aspecto causa o impacto ambiental de escassez desse recurso natural limitado. Mas como esse recurso é utilizado apenas em um das produtivas, esse não apresenta um alto grau de uso na indústria da cerâmica vermelha.

Com relação aos impactos como a geração de resíduos que são gerados na saída de processos, apenas são contabilizados no final de todos os processos. Os resíduos de material cerâmico queimado devido a ser um produto final não conforme, é armazenado a céu aberto, e facilita o acúmulo de água e lixo, conseqüentemente contribui com a proliferação de doenças.

No caso dos resíduos das cinzas, estes causam impactos no meio ambiente como a poluição do solo, e cursos d'água se não dispostos ou destinados de forma adequada. Como também causam riscos à saúde humana devido à toxicidade inerente. No presente caso, observou-se que as cinzas recebem destinação ambientalmente adequada, pois se emprega o reaproveitamento na fertilização de solos para produção agrícola em uma agroindústria parceira com registro feito mediante romaneio do material.

A entrada de biomassa também é um aspecto importante a ser considerado na etapa de tratamento térmico, pois a incorporação de resíduos como braquetes, pallets ou biomassa de fontes renováveis como a lenha em substituição ao uso de combustíveis fósseis é a alternativa mais indicada para a produção de energia. A indústria do estudo de caso adota essa prática, assim como a maioria das indústrias do segmento e desse modo contribuem na redução da emissão de gases do efeito estufa na atmosfera.

Outra prática adotada na indústria, é o reaproveitamento do calor gerado no tratamento térmico para o processo de secagem, constituindo redução de insumos no que diz respeito ao consumo de energia elétrica o que mitiga a geração de impactos ambientais.

Da Silva, Méxas e Quelhas (2017) comentam que apesar significativa a quantidade de indústria da cerâmica vermelha no Brasil existe limitações nos investimentos em tecnologias ambientalmente limpas que limitam o desenvolvimento e retardam sua modernização devido a ausência de planejamento ou baixo emprego de ferramentas de gestão ambiental.

O aspecto de consumo de energia se repetiu ao longo da maioria das etapas produtivas na categoria de entradas, os denominados "inputs". Portanto, diante da disponibilidade de dados pela empresa obteve-se a estruturação dos indicadores de desempenho operacional - IDO, (Quadro 1), referente ao consumo de energia de acordo com a respectiva matriz energética (elétrica, biomassa, e combustível fóssil). Entretanto, vale salientar que o indicador de consumo de matéria-prima, a argila, poderia também ser considerado pois há impactos significativos oriundos de sua extração, mas diante da ausência de um controle pela empresa não foi possível de ser formulado.

Quadro 1: Indicadores de Desempenho Ambiental Operacional - IDO.

Grupo de aspectos ADA (ABNT, 2015)	Indicador	Fórmula	Resultado	Periodicidade
Consumo de energia	Quantidade de energia elétrica por unidade de produto	consumo de energia (kWh) / unidade de produto (peça) =	0,100 kWh/un	Mensal
	Quantidade de energia de combustível fóssil por unidade de produto	consumo de diesel (mL) / unidade de produto (peça) =	0,246 ml/un	Mensal
	Quantidade de energia de biomassa por unidade de produto	consumo de biomassa (kg) / unidade de produto (peça) =	3,004 kg/un	Mensal
Consumo de materiais	Quantidade de matéria-prima por unidade de produto	consumo de argila (kg) / unidade de produto (peça) =	Não foi possível obtenção	Trimestral

Os dados de consumo energético demonstram que há maior incremento da fonte de energia elétrica no produto final (Quadro 2), e quando comparado aos demais consumos apresenta maior porcentagem do custo com energia da empresa (53,59%).

Silva (2017), realizando diagnóstico de desperdícios em indústria de cerâmica vermelha verificou que o processo de extrusão apresenta maior consumo de energia elétrica, sendo 1.826,10kWh ou 43,14% do consumo total desse insumo na produção, pois a máquina extrusora era constituída por motor com a maior potência na produção. Embora, o desperdício de energia elétrica teve alta contribuição no consumo durante o processo de secagem das peças (1.016,46 kWh), no qual se observou o uso contínuo das máquinas, sendo 10 ventiladores de consumo 44,66kWh cada, e 1 exaustor com consumo de 533,24kWh, esse dados demonstram a viabilidade econômica e ambiental no aproveitamento de calor advindo dos fornos como no caso da indústria desse estudo de caso.

O indicador de consumo de combustível fóssil deve ser monitorado visando a racionalização do recurso energético óleo diesel, por se tratar de uma fonte não renovável e apresentar 1.785,02 tonelada equivalente de petróleo (tep).

Quadro 2: Valores de consumo energético e respectivos custos na indústria de cerâmica vermelha de estudo de caso.

Tipo de Energia	Quantidade Anual	ENERGIA			CUSTO		
		TEP	kcal	GJ	% (TEP)	R\$	%
Energia elétrica / kWh	1.499.395,00	322,37	1.289.247.635,42	5.397,82	15,02	691.142,13	53,59
Óleo diesel / L	5.100,06	1.785,02	17.845.586.127,83	37.357,95	83,18	457.076,44	35,44
Biomassa / t	44.709,66	38,60	386.166.045,68	1.616,80	1,80	141.551,35	10,97

Os indicadores de desempenho ambiental de gestão (IDG) foram relacionados ao aspecto de emissões gasosas (ABNT, 2015). Esse aspecto junto com geração de resíduos, foi observado ao longo do processo produtivo na maioria das saídas ou “*outputs*”. Os IDG (Quadro 3) apresentam a quantificação de emissão de CO₂ em unidade de massa (kg), gás do efeito estufa, referente aos fornos e o transporte da produção ao longo de um ano na indústria em estudo.

Quadro 3: Indicadores de Desempenho Ambiental de Gestão - IDG.

Grupo de aspectos ADA (ABNT, 2015)	Indicador	Fórmula	Resultado	Periodicidade
Emissões	Quantidade de emissão de CO ₂ por ano (fornos)	Massa de CO ₂ (fornos) / ano =	3.161.190,0 kg CO ₂ /ano	Anual
	Quantidade de emissão de CO ₂ por ano (transporte)	Massa de CO ₂ (transporte) / ano =	9.785,7 kg CO ₂ /ano	Anual

O indicador de emissões de CO₂ no caso dos fornos é fundamental para que a empresa possa implementar políticas de uso de biomassa renováveis e desenvolver projetos de reduções de emissões de gases do efeito estufa (GEE). Diversas empresas de grande porte vem estabelecendo voluntariamente metas de redução de GEE, além do desenvolvimento sustentável e responsabilidade socioambiental (INT, 2017).

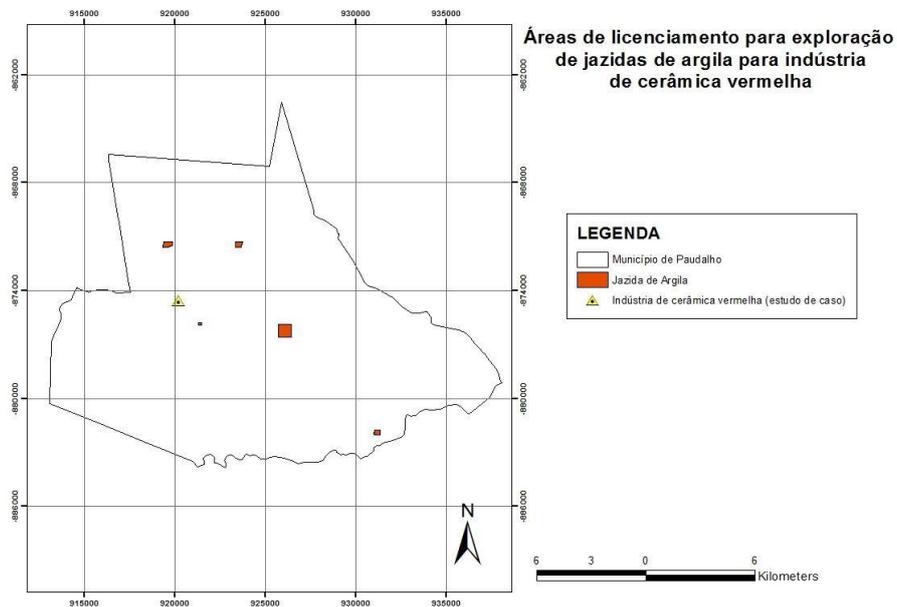
A exemplo disso Frasson *et al.* (2016) constataram que a substituição de da lenha por resíduos de poda de caju e casca de coco, realizada pela empresa Kitambar do município de Caruaru-PE, colaboraram para a redução da emissão de 43.944 t CO₂ e na atmosfera no período de junho de 2014 a março de 2015. Além da redução desse passivo ambiental a empresa conseguiu se inserir no mercado de crédito de carbono e assim a já vendeu mais de 200 mil créditos de carbono. A partir disso, os recursos gerados auxiliam a empresa a investir em modernização de processos, aperfeiçoar seu desempenho ambiental e gerar benefícios socioambientais.

Para estabelecer um indicador de condição ambiental (ICA), utilizou-se a base de dados disponibilizada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) contendo informações geográficas acerca das concessões para lavra em jazidas de argila licenciadas pelo órgão e que disponibilizam matéria-prima (argila) para as indústrias de cerâmica vermelha (Tabela 1). A partir disso, realizou-se o geoprocessamento desses dados com uso do software gratuito Qgis 3.12.2 para obtenção de um mapa e respectiva determinação das áreas correspondentes às jazidas (Figura 4).

Tabela 1: Área e ano de concessão de licença para lavra em jazidas de argila e respectivos CNPJ.

Nome CNPJ	Área (ha)	Ano de concessão da licença
S G Argila Condado Ltda Me	11	2009
Agropastoril e Locação de Maquinas Ltda Me	9,54	2009
José Barbosa de Lima	2,48	2010
CERÂMICA ITAPUÃ LTDA	14,4	2013
Barreiro Tabaruna Ltda	48,77	2014
Área Total	86,19	

Figura 4: Mapeamento de áreas de lavra sob licenciamento de argila para indústria de cerâmica vermelha no município de Paudalho – PE.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Por meio desse levantamento foi possível obter um indicador de condição ambiental, que nesse caso serve de subsídio para o planejamento sustentável da extração da argila, não proveniente em muitos casos de áreas licenciadas. Nesse contexto, Amorim *et al.* (2017) ressalta que essas indústrias ceramistas realizam a atividade sem um plano de manejo adequado, e que isso ocasiona maior propensão de impactos ambientais tais como, a escassez do recurso natural, poluição e erosão. O ICA pode ser empregado para acompanhamento anual da expansão e manejo dessas áreas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo, a partir da formulação de indicadores e ferramentas de gestão ambiental, contribui para que seja efetivado o cumprimento da legislação e normas técnicas por parte da indústria da cerâmica vermelha em Pernambuco. A sua execução promove a sensibilização dos gestores para práticas que utilizem os recursos ambientais de forma eficiente. A adoção de medidas como: o uso racional de matérias-primas; a reciclagem; reaproveitamento; se torna fundamental para redução do consumo de recursos naturais e sustentabilidade do setor.

Espera-se que os indicadores propostos além de disseminar e facilitar o emprego da ferramenta de avaliação de desempenho ambiental, possa subsidiar soluções de preservação dos recursos naturais, incentivar uso de biomassa renovável, e ressaltar da importância do cumprimento das exigências legais e ambientais em conjunto com a otimização dos processos.

A partir desse estudo, surgem diversas direções para futuras pesquisas. Estudos que viabilizem, por exemplo, estratégias para indústrias ceramistas trabalharem de forma participativa,

envolvendo os funcionários, parceiros e a comunidade do entorno. Além da proposição de um plano estratégico para emprego das ferramentas de Gestão Ambiental, considerando o contexto local dos ceramistas do estado de Pernambuco.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco pela concessão de bolsa de mestrado e iniciação científica, ao Grupo de Pesquisa Centro de Inovação aplicada aos Recursos Naturais (CITAR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFRPE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14.031 - Gestão Ambiental** : Avaliação de desempenho ambiental. ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

ADEBANJO, Dotun; TEH, Pei-Lee; AHMED, Pervaiz K. The impact of external pressure and sustainable management practices on manufacturing performance and environmental outcomes. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 9, p. 995-1013, 2016. DOI: 10.1108/IJOPM-11-2014-0543

AMORIM, Felipe Silva *et al.* Impactos ambientais gerados no processo de produção de cerâmicas no extremo sul do Piauí. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 3, p. 241-246, 2017. DOI: 10.30969/acsa.v13i3.892

ANDRADE, Maria *et al.* Leishmaniose tegumentar americana causada por *Leishmania (Viannia) braziliensis*, em área de treinamento militar na Zona da Mata de Pernambuco. 2005. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n.3, p.229-233, mai-jun, 2005. DOI: 10.1590/S0037-86822005000300004

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE INDÚSTRIAS CERÂMICAS. **Relatório Setorial N° 003/2019** - Programa Setorial da Qualidade (PSQ-Blocos), 2019, 28 p.

BEUREN, Ilse Maria; THEISS, Viviane; CARLI, Sodimir Benedito. Influência do eco-controle no desempenho ambiental e econômico de empresas. **Contaduría y administración**, v. 58, n. 4, p. 9-37, 2013. DOI: 10.1016/S0186-1042(13)71232-4

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1981] Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 15 jan. 2019.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Estudos dos solos do município de Paudalho**. 2005. Disponível em:<<http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em 13 de jan. de 2019.

DA SILVA, André Cantareli; MÉXAS, Mirian Picinini; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Restrictive factors in implementation of clean technologies in red ceramic industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 441-451, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.09.086

DA SILVA, R. G.; DA SILVA, V. P. Produção mais limpa: contributos teórico-práticos para a sustentabilidade da cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 63, n. 368, p. 494-507, 2017. DOI: 10.1590/0366-69132017633682173

DAI, Jing; CANTOR, David E.; MONTABON, Frank L. Examining corporate environmental proactivity and operational performance: A strategy-structure-capabilities-performance perspective within a green context. **International Journal of Production Economics**, v. 193, p. 272-280, 2017. DOI: 10.1016/j.ijpe.2017.07.023

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Paudalho – PE**. 2001. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/pe/paudalho.pdf>>. Acesso em: 16 de jan. de 2019.

FALCAO, S. M. P.; SILVA, M. C.; SOBRAL, D. M.; ABREU, S. C. S. A.; HOLANDA, R. M. Levantamento de Aspectos e Impactos ambientais: um Estudo de Caso na indústria de cerâmica vermelha no município de Paudalho-PE. *In: SELVA, V. S. F. et al. (Org), Políticas públicas e relações sociedade/natureza* [livro eletrônico] Ananindeua:Itacaiúnas, 2019. cap. 24. 289-296.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Análise Setorial de Mercado**: Setor Cerâmico. São Paulo: FIESP, Departamento de Competitividade e Tecnologia - DECOMTEC, 2009. 55 p.

FERRÓN-VÍLCHEZ, Vera. Does symbolism benefit environmental and business performance in the adoption of ISO 14001?. *Journal of Environmental Management*, v. 183, p. 882-894, 2016. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.09.047

FRASSON, Bruno Borges; MAIA, Edvaldo Costa; ZACCARON, Aezandre. Carbono social na indústria de cerâmica vermelha: um estudo de caso da cerâmica Kitambar. *In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais*, 7, 2016, 2016. [...] **Anais do 7FIRS - Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**, 2016. v. 15 .

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa 2013**, p. 17. 2013. Disponível em:

http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf Acesso em: 16 de mar. de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama de Paudalho**. 2020 Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/paudalho/panorama>. Acesso em: 19 mai. 2020.

INT – Instituto Nacional de Tecnologia. **Cerâmica Vermelha**: Projeto EELA no Brasil. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.int.gov.br/docman/biblioteca/1443-livro-cer%C3%A2mica-vermelha-%E2%80%93-projeto-eela-no-brasil/file&gt;> acesso em: 04 de set de 2019.

KINTSCHNER, Fernando; BRESCIANI FILHO, Ettore. Método de mapeamento e reorganização de processos: sistemografia. **Revista Produção Online**, v. 5, n. 1, 2005.

KUMBHAR, Shridhar et al. Environmental life cycle assessment of traditional bricks in western Maharashtra, India. **Energy Procedia**, v. 54, n. 0, p. 260-269, 2014. DOI: 10.1016/j.egypro.2014.07.269

MELNYK, Steven A.; SROUFE, Robert P.; CALANTONE, Roger. Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. **Journal of operations management**, v. 21, n. 3, p. 329-351, 2003. DOI: 10.1016/S0272-6963(02)00109-2

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Desenvolvimento de estudos para elaboração do plano duodecenal (2010-2030) de geologia, mineração e transformação mineral**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Perfil de argilas para Cerâmica Vermelha, Relatório Técnico 32 – Perfil da Argila, p.303-312, 2014.

SALES, Angela Teresa Costa; ALFERES FILHO, Ricardo dos Santos. Efeito do pó de resíduo cerâmico como adição ativa para o concreto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, jan./mar. 2014. DOI: 10.1590/S1678-86212014000100010

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da qualidade**: as ferramentas essenciais. Ibpx, 2008. 145 p.

SILVA, A. W. L.; SELIG, P. M.; MORALES, A. B. T. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 75-96, 2012. DOI: 10.1590/S1414-753X2012000300006

SILVA, Robson Garcia. **Diagnóstico dos resíduos sólidos e desperdícios de uma cerâmica vermelha para implementação de técnicas de produção mais limpa**. Dissertação de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA PARA CONSTRUÇÃO DE PERNAMBUCO. **Paudalho**. 2014. Disponível em: <http://www.sindicatodaindustria.com.br/sindecerpe/>>. Acesso em: 16 de agos. de 2019.

TUNG, Amy; BAIRD, Kevin; SCHOCH, Herbert. The effectiveness of using environmental performance measures. **Australasian Journal of Environmental Management**, v. 25, n. 4, p. 459-474, 2018. DOI: 10.1080/14486563.2018.1506366

YIN, Robert K. **O Estudo de caso**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015