

**Estudo sobre Avaliação e proposta de mitigação de Impactos Ambientais em um empreendimento no Município de Jardim, Ceará**  
**Study on Evaluation and proposal to mitigate Environmental Impacts in an enterprise in the Municipality of Jardim, Ceará**  
**Estudio de Evaluación y propuesta para mitigar impactos ambientales en una empresa del Municipio de Jardim, Ceará**

Recebido: 27/05/2020 | Revisado: 30/05/2020 | Aceito: 09/06/2020 | Publicado: 20/06/2020

**Josefa Missiliene Cordeiro Lôbo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6077-1662>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: Lobomissiliene@gmail.com

**José Laécio de Moraes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4140-037X>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: laeciomoraes.ambiental@gmail.com

**Aureliano Filgueira Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8315-9134>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: aurelianoFilgueira@hotmail.com

**João Marcos Pereira de Morais**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8097-9607>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: joaomarcostecnologo@gmail.com

**Eliezio Nascimento Barboza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-9389>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: eliezio1999@outlook.com

**Eduarda Morais da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9463-8280>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: eduardamoraisengenharia@gmail.com

## Resumo

A construção civil produz diversos impactos, sejam benéficos ou adversos, podendo ser cunho socioeconômicos e ambientais. Medidas mitigadoras podem ser aplicadas para amenizar o desequilíbrio ambiental, tornando-se necessário o desenvolvimento de materiais e técnicas para minimizar os impactos ambientais negativos decorrente dessas atividades. Destaca-se a tecnologias de produção de tijolo-cimento, empreendimento que não leva queima no seu processo de fabricação. Poucos são os estudos aplicados à avaliação de impactos ambientais desse tipo de empreendimento, embora seja fundamental identificá-los e buscar soluções para minimizar os efeitos negativos, fato que justifica a escrita do presente artigo. O objetivo desse trabalho consiste da Avaliação de Impactos Ambientais em uma fábrica de tijolos ecológicos na cidade de Jardim - CE, por meio da utilização da metodologia *checklist*, para avaliar os impactos positivos e negativos, bem como apresentar medidas mitigadoras. Os resultados demonstraram que o empreendimento gera mais impactos positivos do que negativos, representando 61% e 39%, respectivamente, sendo que nenhum impacto negativo atingiu a fase de estudos e projetos, já a fase de implantação foi a que gerou mais impactos.

**Palavras-chave:** Gestão ambiental; Construção civil; Fábrica de Tijolo solo-cimento e impactos ambientais.

## Abstract

Civil construction produces several impacts, whether beneficial or adverse, and may be socioeconomic and environmental. Mitigating measures can be applied to alleviate the environmental imbalance, making it necessary to develop materials and techniques to minimize the negative environmental impacts resulting from these activities. It stands out the technologies of brick-cement production, a venture that does not lead to burning in its manufacturing process. There are few studies applied to the evaluation of environmental impacts of this type of enterprise, although it is essential to identify them and seek solutions to minimize the negative effects, a fact that justifies the writing of this article. The objective of this work is the Environmental Impact Assessment in an ecological brick factory in the city of Jardim - CE, through the use of the checklist methodology, to evaluate the positive and negative impacts, as well as to present mitigating measures. The results showed that the project generates more positive than negative impacts, representing 61% and 39%, respectively, and no negative impact reached the phase of studies and projects, while the implementation phase was the one that generated the most impacts.

**Keywords:** Environmental management; Civil construction; Soil-cement brick factory and environmental impacts.

## Resumen

La construcción civil produce varios impactos, ya sean beneficiosos o adversos, y pueden ser socioeconómicos y ambientales. Se pueden aplicar medidas de mitigación para aliviar el desequilibrio ambiental, por lo que es necesario desarrollar materiales y técnicas para minimizar los impactos ambientales negativos resultantes de estas actividades. Destaca las tecnologías de la producción de cemento de ladrillo, una empresa que no conduce a la quema en su proceso de fabricación. Son pocos los estudios aplicados a la evaluación de los impactos ambientales de este tipo de empresas, aunque es esencial identificarlos y buscar soluciones para minimizar los efectos negativos, hecho que justifique la redacción de este artículo. El objetivo de este trabajo es la Evaluación de Impacto Ambiental en una fábrica de ladrillos ecológicos en la ciudad de Jardim - CE, mediante el uso de la metodología de verificación, para evaluar los impactos positivos y negativos, así como para presentar medidas de mitigación. Los resultados mostraron que el proyecto genera más impactos positivos que negativos, representando el 61% y 39%, respectivamente, y ningún impacto negativo alcanzó la fase de estudios y proyectos, mientras que la fase de implementación fue la que más impactos generó.

**Palabras clave:** Gestión ambiental; Construcción civil; Fábrica de ladrillo Suelo-cemento y impactos ambientales.

## 1. Introdução

A construção civil é uma das atividades mais antigas, e é considerada como a atividade que mais gera resíduos sólidos e polui o meio ambiente, no qual grande maioria destes resíduos são descartados de forma inadequada (Coelho et al., 2018; Roque & Pierri, 2019; Barboza et al., 2019). A produção de cerâmica e de tijolos é por natureza geradora de grande quantidade de resíduos sólidos prejudiciais ao meio ambiente (Jesus Pacheco, Godinho, Ten Caten & Jung, 2015), necessitando de madeira para a queima nas etapas produtivas, consequentemente gerando grandes concentrações de dióxido de carbono (Campos, Punhagui & John, 2011). Nesse sentido, alguns materiais e técnicas que são comumente estudados para minimizar os impactos ambientais decorrente dessas atividades, destaca-se a produção de tijolo com mistura do solo com cimento (Motta et al., 2014).

Entretanto, mesmo que seu processo de fabricação seja ambientalmente correto (Souza, Segantini & Pereira, 2008), por não empregar a combustão da madeira, essa ainda é uma atividade potencialmente geradora de impactos, tanto benéficos quanto adversos. Para listar quais os impactos que essa atividade pode causar, torna-se imprescindível um estudo sobre Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) do empreendimento, analisando desde a fase preliminar até a implantação e operação. Essa avaliação, em consonância com as sugestões de medidas a serem tomadas em relação aos impactos negativos, é necessária para que o órgão ambiental competente (Estadual ou Municipal) autorize o pleno funcionamento das atividades.

Nesse estudo, foi utilizado a metodologia *checklist*, que é um dos métodos mais utilizados em AIA na fase inicial. Apresenta a vantagem de emprego imediato na avaliação qualitativa dos impactos mais relevantes (Cunha & Guerra, 2010). Esta metodologia consiste em listas elaboradas na fase do diagnóstico ambiental e tem como objetivo principal, levantar os impactos mais relevantes nos meios físico, biótico e antrópico e a caracterização das variáveis sociais e ambientais das áreas impactadas, sendo essencial na Avaliação de Impactos Ambientais, visto que é um instrumento desenvolvido por diversos procedimentos apropriado para assegurar a qualidade ambiental através de um exame sistemático dos impactos da ação proposta, permitindo que a coletividade e o meio ambiente sejam minimamente afetados pelas atividades potencialmente poluidoras (Spadotto, 2002).

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho consiste em uma Avaliação de Impactos Ambientais em uma fábrica de tijolos ecológicos na cidade de Jardim - CE, por meio da utilização da metodologia *checklist*, para avaliar os impactos positivos e negativos, bem como apresentar medidas mitigadoras e produzir uma Avaliação de Impactos em uma fábrica de tijolos ecológicos na cidade de Jardim, Ceará.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Legislação e Estudo de Impacto Ambiental no Brasil**

No Brasil, o surgimento do termo Avaliação de Impacto ambiental ocorreu através do sancionamento da Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, definindo a AIA como um dos principais instrumentos de proteção ambiental no país (Brasil, 1981).

A política Nacional do Meio Ambiente tem como função primordial disciplinar os fundamentos, os objetivos, as diretrizes, os planos para a manutenção, preservação e

recuperação da qualidade ambiental (Brasil, 1981). Esta lei é norteadora de toda aplicação de normas ambientais no país. Irá determinar a União, Estados e municípios quais são os objetivos a serem cumpridos no que se refere ao meio ambiente. O objetivo geral dessa lei é preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, visando assegurar condições para o desenvolvimento econômico e social, atender os interesses da segurança Nacional e a proteção da vida humana.

No artigo 4<sup>a</sup> da Lei N<sup>o</sup> 6.938, os objetivos específicos estão disciplinados de forma extensa, sendo os principais: compatibilizar o desenvolvimento social, econômico e ambiental; estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais, além de desenvolver novas pesquisas e tecnologias limpas para melhorar a qualidade ambiental e a preservação e recuperação do meio ambiente.

Brasil (1981), no artigo 9<sup>o</sup> apresenta como um dos principais instrumentos, a Avaliação de Impactos Ambientais, no qual tem como função principal avaliar as atividades ou projetos potencialmente poluidores. Pela necessidade de serem estabelecidas as definições, as responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da AIA como um dos instrumentos da PNMA. Foi publicada, em 23 de janeiro de 1986, a Resolução N<sup>o</sup> 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Brasil, 1986). A referida resolução dispõe os componentes básicos da AIA, destaca-se: o diagnóstico ambiental das áreas de influência, com descrições dos meios físico, biótico e antrópico, a análise dos impactos, a definição das medidas mitigadoras e a elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento.

## **2.2 Diagnóstico e Impacto Ambiental**

Segundo Almeida et al. (2015), o diagnóstico ambiental é de suma importância, sendo muitas vezes confundido com o próprio Estudo de Impactos Ambientais - EIA. As informações presentes no diagnóstico auxiliam em estudos posteriores, na previsão e avaliação dos impactos, medidas mitigadoras, compensatórias e planos de monitoramento (Sánchez, 2015), com função de levantar e compilar informações sobre o ambiente afetado (Beanlands & Duinker, 1983). O diagnóstico ambiental consiste em levantar informações, de forma sistemática, focando nos fatores ambientais e o relacionando com a atividade a ser instalada (Cendrero, 1993).

Nessa perspectiva, impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, motivada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente interfere na

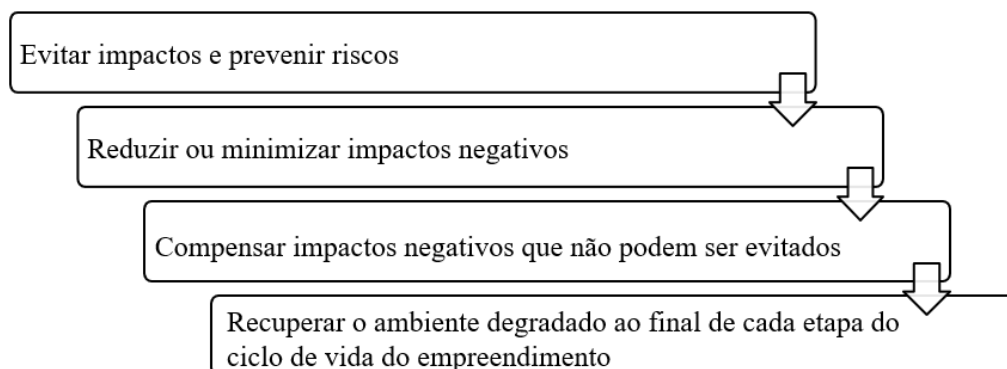
qualidade dos recursos ambientais (Basso & Verdum, 2006). Os impactos ambientais podem ser definidos em 2 tipos: positivo ou negativo, sendo que o negativo ocorre quando há desequilíbrios no meio natural, provocando prejuízos ao meio ambiente (Glasson & Therivel, 2013). Moreira (1992) define impacto ambiental como qualquer modificação no meio ambiente em um ou mais de seus componentes, provocada por ação humana. Westman (1985) define de forma mais simples, afirmando que é um efeito sobre o ecossistema de uma ação induzida pelo homem.

### 2.3 Avaliação e medidas mitigadoras de Impactos Ambientais

Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais são mecanismos estruturados que consiste na identificação, coleção e organização de dados sobre impactos ambientais (Erickson, 1994). Sánchez (2015) define AIA como exercício prospectivo, antecipatório, prévio e preventivo em relação aos impactos decorrentes de uma atividade sobre uma área. A Avaliação de Impacto Ambiental é definida como o processo de identificar as consequências futuras de uma ação presente ou proposta, com objetivo de prognosticar as mudanças naturais e sociais decorrentes de projetos a serem implantados, para que se possa elaborar um plano de medidas mitigadoras (Guimarães, 2014).

Brasil (1986) no Art. 6º, descreve AIA como uma das atividades mínimas exigidas pelo estudo de impacto ambiental, bem como a descrição dos efeitos esperados pela aplicação de um determinado empreendimento, como uma das conclusões também mínimas pós elaboração do estudo, disposto no Art. 9º dessa resolução. Sánchez (2015) afirma que as medidas mitigadoras são ações propostas com a finalidade de reduzir a magnitude e intensidade dos impactos ambientais adversos. A Figura 1 apresenta os passos de preferência para o controle dos impactos ambientais adversos.

**Figura 1:** Preferência no controle de impactos ambientais.



Fonte: Adaptado de Sánchez (2015).

## 2.4 Processo produtivo do tijolo-cimento

As etapas da produção do tijolo solo-cimento são simples, quando comparado ao tijolo cerâmico. A primeira etapa é a escolha do tipo de solo que deve ser extraído e transportado para o local que será realizada a mistura e a moldagem. Devido ao solo entrar em maiores quantidades na mistura, é interessante que seja escolhido o solo que possibilite menores quantidades possíveis de cimento, para o tijolo possuir um menor custo e quantidade de resíduos sólidos gerados (França, Simões & Gomes, 2018). Para isso, os autores recomendam um solo que a porcentagem de areia seja maior que a de argila, pois pode ocorrer a má compactação do tijolo, necessitando assim de correção na mistura.

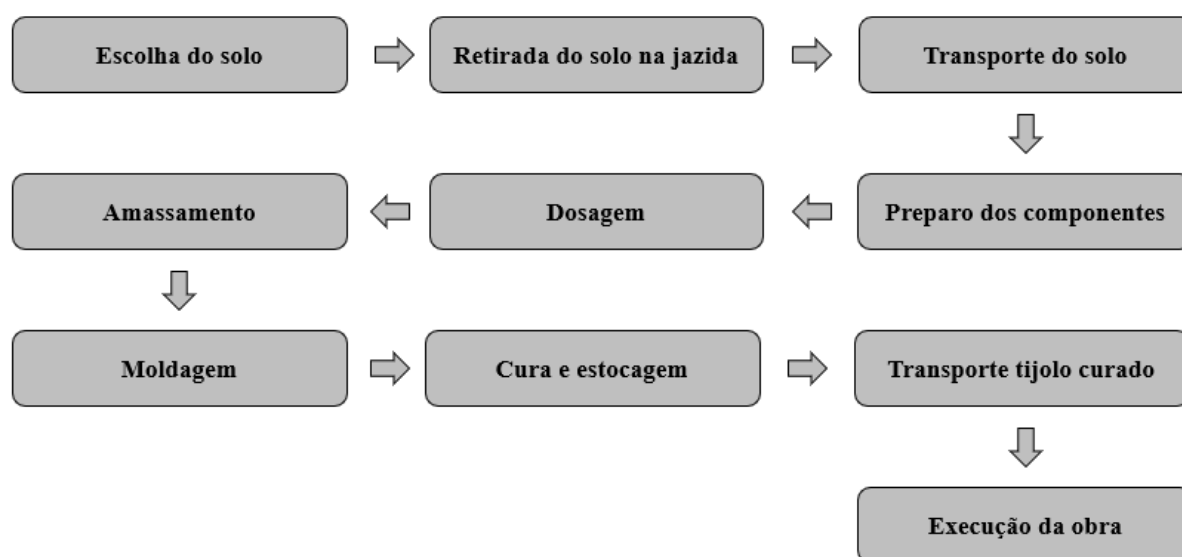
No processo de fabricação do tijolo solo-cimento, é necessário fazer peneiramento do solo para remover impurezas, para que não ocorram patologias no tijolo (Pisani, 2005), posteriormente é realizado a mistura do solo com cimento e água. A água deve ser livre de impurezas que prejudiquem a hidratação do cimento (ABNT, 1989). A dosagem de água deve ocorrer de forma lenta, para que não tenha excesso e ocasione a fixação da mistura nas paredes e falta de liga a mistura, fazendo com que o tijolo se desmonte ao ser retirado do molde (França, Simões & Gomes, 2018).

Após a dosagem correta do material, deve ocorrer o seu amassamento que pode ser manual, através do uso de enxadas e pás ou mecânica por meio de trituradores (ABNT, 1989). O triturador permite a quebra de torrões de argila e a mistura homogênea dos materiais promove uma melhor mesclagem entre os finos do cimento, o solo e a água. Com esta mistura pronta faz-se a moldagem, que pode ser realizada com prensa manual, hidráulica ou automática, onde a principal diferença entre elas consiste no preço e na quantidade de tijolos produzida (Pisani, 2005).

A estocagem deve ser realizada em local plano para que não ocorra a deformação dos tijolos e que os mesmos devem ser empilhados logo após sua moldagem, a fim de evitar a sua quebra, com 14 dias após sua fabricação o produto já pode ser utilizado, sendo que com seis horas de moldagem ele pode ser molhado à vontade durante os sete primeiros dias, o que garantiria a umidade necessária para o processo de cura (ABNT, 1989). É recomendável utilizar lona para que não aconteça a perda de água, desfavorecendo o processo de hidro cura do solo-cimento.

Após serem respeitados todos estes procedimentos, o tijolo pode ser transportado de maneira segura, para que não ocorra sua quebra e perda da modulação, assim ele já pode ser usado em obra. A descrição do processo está apresentada na Figura 2.

**Figura 2:** Etapas da produção de tijolos de solo-cimento.



Fonte: Adaptado de Pisani (2005).

### 3. Metodologia

#### 3.1 Tipo de pesquisa

Conforme caracterizam Pereira et al. (2018) do ponto de vista da natureza, esse trabalho trata de uma pesquisa básica. Pela perspectiva de abordagem, é uma pesquisa qualitativa. Analisando os objetivos essa pesquisa é exploratória. Em relação aos procedimentos técnicos é do tipo estudo de caso.

#### 3.2 Descrição da área de estudo

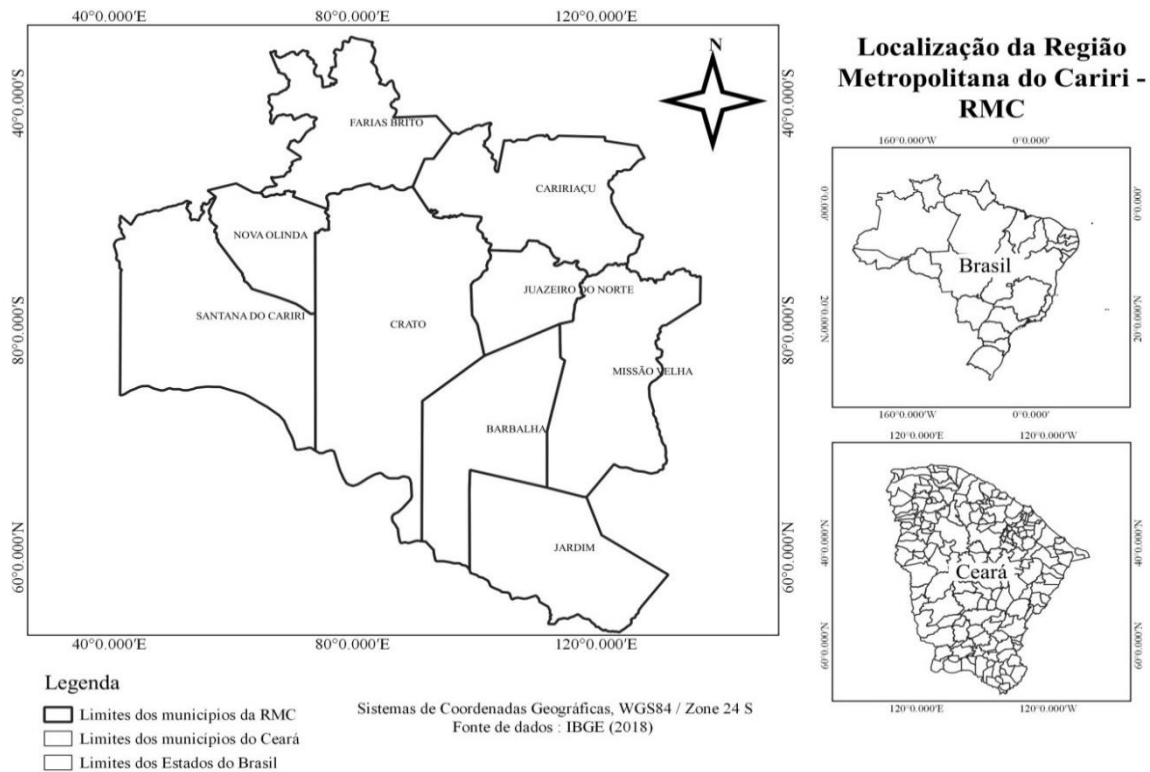
O município de Jardim-CE está localizado na Região Metropolitana do Cariri – RMC (Figura 3). A Região Metropolitana do Cariri foi instituída oficialmente através da Lei Complementar nº 78 de 26 de junho de 2009, constituído inicialmente por três municípios principais, formando o “Crajobar”: Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Os municípios de Jardim, Missão Velha, Caririaçu, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri foi acrescentado com a finalidade de aprimorar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse conjunto (Moura-Fé et al., 2019).

A Região Metropolitana do Cariri foi formada pelo conjunto dos nove municípios próximos e que estão interligados entre si, construída ao redor do Crajobar, com a cidade de



Juazeiro do Norte como cidade central e mais desenvolvida. A formação da RMC foi marcada pelo processo de conurbação intensificado no século XXI, no qual as principais cidades (Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha) cresceram até unirem-se.

**Figura 3:** Localização da Região Metropolitana do Cariri – RMC.

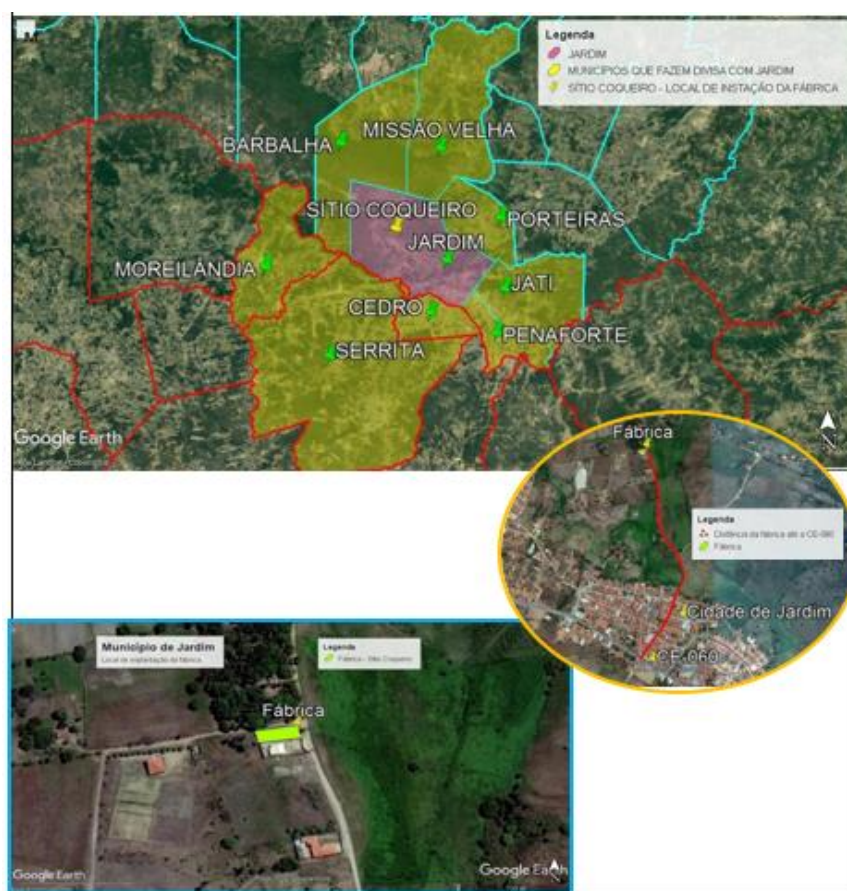


Fonte: Silva et al. (2020).

O município de Jardim (Figura 4) está situado entre as coordenadas 07°34'57" de Latitude Sul e 39°17'53" de Longitude Oeste, com área aproximadamente de 552424 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019). O clima da Região é predominante Tropical Quente Semiárido Brando e Tropical Quente Subúmido (IPECE, 2019).

O município está inserido na região fisiográfica do sertão nordestino, caracterizado pela insuficiência de chuvas, com altas temperaturas e evaporação, com presença marcante de duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa e outra seca (Nobre & Melo, 2001). A Figura 4 apresenta a localização de Jardim, como também o Local de implantação da fábrica de interesse nesse estudo.

**Figura 4:** Local de implantação da fábrica no município de Jardim, Ceará.



Fonte: Autores, 2018.

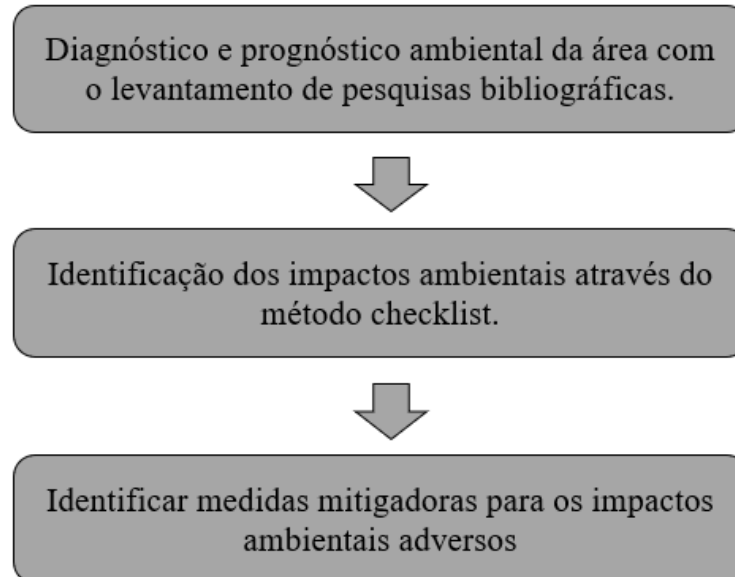
A área de influência direta é o Sítio Coqueiro, onde a fábrica está localizada. A área de influência indireta do empreendimento compreende o município de Jardim, pois a fábrica beneficiará a população do município a partir de geração de empregos. Além de Jardim, são áreas de influência os municípios limítrofes: Missão Velha, Barbalha, Porteiras, Moreilândia, Serrita, Cedro, Jati e Penaforte.

### 3.3 Procedimentos metodológicos

O presente artigo foi desenvolvido trabalho em 3 Etapas. Na Etapa 1 foi realizado o diagnóstico e prognóstico ambiental da área com o levantamento de pesquisas bibliográficas, através de sites especializados e documentos científicos. Na segunda etapa ocorreu a identificação dos impactos ambientais através do método *checklist*, resultantes de um estudo sobre as fases do empreendimento, através de revisão bibliográfica e visita técnica ao local, além de uma entrevista com o proprietário da fábrica. A última etapa 3 consistiu em identificar

medidas mitigadoras para os impactos ambientais adversos elencados. As etapas metodológicas desse estudo estão de forma resumida na Figura 5.

**Figura 5:** Procedimentos metodológicos utilizados no presente artigo.



Fonte: Autores, 2020. Elaborado no software PowerPoint.

Na segunda etapa foi realizada uma visita técnica ao local, no dia 24/08/2018, com finalidade de coleta informações da fábrica de tijolo-cimento em Jardim, Ceará. Iniciou-se com uma visita ao escritório do empreendimento, onde foram coletados dados relacionados aos aspectos técnicos da obra, plantas e estado de licenciamento. Em seguida, foi realizado a visita ao local onde a fábrica está sendo implantada, possibilitando obter registros fotográficos e informações sobre o funcionamento do futuro empreendimento, fazendo com estas informações e o uso da literatura ajudassem na composição do *checklist*.

Segundo Sánchez (2015), a metodologia *checklist* são instrumentos práticos e fáceis de usar. Estas listas são amplamente utilizadas na literatura, para identificação de impactos, porém, elas são genéricas, necessitando de correções ou adaptações. O autor afirma que os *checklists* são úteis para a primeira identificação dos impactos, principalmente se houver inexperiência na avaliação do empreendimento. Este fato justifica o uso da listagem de controle no presente estudo, uma vez que não foram identificados estudos desta natureza na literatura. Para a tabulação de dados e elaboração de tabelas e gráficos, foi utilizado o *software* Excel. Foi utilizado a metodologia de Botão et al. (2010) para realizar o processo de avaliação, onde foi seguido 6 atributos e 15 parâmetros (Tabela 1).

**Tabela 1:** Conceituação dos Atributos Utilizados no *checklist* e definição dos Parâmetros de valoração dos atributos.

<b>Atributos</b>	<b>Parâmetros de Avaliação</b>	<b>Símbolo</b>
<b>Caráter</b> Expressa a alteração ou modificação gerada por uma ação do empreendimento sobre um dado componente ou fator ambiental por ela afetado.	<b>Benéfico:</b> Quando o efeito gerado for positivo para o fator ambiental considerado.	+
	<b>Adverso:</b> Quando o efeito gerado for negativo para o fator ambiental considerado.	-
<b>Magnitude:</b> Expressa a extensão do impacto, na medida em que se atribui uma valoração gradual às variações que a ação poderá produzir num dado componente ou fator ambiental por ela afetado.	<b>Pequena:</b> Quando a variação no valor dos indicadores for inexpressiva, inalterando o fator ambiental considerado.	<b>P</b>
	<b>Média:</b> Quando a variação no valor dos indicadores for expressiva, porém sem alcance para descaracterizar o fator ambiental considerado.	<b>M</b>
	<b>Grande:</b> Quando a variação no valor dos indicadores for de tal ordem que possa levar à descaracterização do fator ambiental considerado.	<b>G</b>
<b>Importância:</b> Estabelece a significância ou o quanto cada impacto é importante na sua relação de interferência com o meio ambiente, e quando comparado a outros impactos.	<b>Não significativa:</b> A intensidade da interferência do impacto sobre o meio ambiente e em relação aos demais impactos não implica a alteração da qualidade de vida.	<b>1</b>
	<b>Moderada:</b> A intensidade do impacto sobre o meio ambiente e em relação aos outros impactos, assume dimensões recuperáveis, quando adverso, para a queda da qualidade de vida, ou assume melhoria da qualidade de vida, quando benéfico.	<b>2</b>
	<b>Significativa:</b> intensidade da interferência do impacto sobre o meio ambiente e junto aos demais impactos acarreta, como resposta, perda da qualidade de vida,	<b>3</b>

	quando adverso, ou ganho, quando benéfico.	
<b>Duração:</b> É o registro de tempo de permanência do impacto após concluída a ação que o gerou.	<b>Curta:</b> Existe a possibilidade da reversão das condições ambientais anteriores à ação, num breve período de tempo, ou seja, que imediatamente após a conclusão da ação, haja a neutralização do impacto por ela gerado.	<b>4</b>
	<b>Média:</b> Quando a variação no valor dos indicadores for expressiva, porém sem alcance para descaracterizar o fator ambiental considerado.	<b>5</b>
	<b>Longa:</b> Registra-se um longo período de tempo para a permanência do impacto, após a conclusão da ação que o gerou. Neste grau, serão também incluídos aqueles impactos cujo tempo de permanência, após a conclusão da ação geradora, assume um caráter definitivo.	<b>6</b>
<b>Ordem:</b> Estabelece o grau de relação entre a ação impactante e o impacto gerado ao meio ambiente.	<b>Direta:</b> Resulta de uma simples relação de causa e efeito, também denominado impacto primário ou de primeira ordem.	<b>D</b>
	<b>Indireta:</b> Quando gera uma reação secundária em relação à ação ou, quando é parte de uma cadeia de reações também denominada de impacto secundário ou de enésima ordem, de acordo com a situação na cadeia de reações.	<b>I</b>
<b>Escala:</b> Estabelece a referência espacial entre a ação geradora do impacto e a área afetada, ou seja, estabelece a extensão da interferência considerando-se a relação causa e efeito.	<b>Local:</b> Quando o efeito gerado fica restrito a área de interferência da ação e ao seu entorno mais próximo.	<b>L</b>
	<b>Regional:</b> Quando o efeito gerado pela ação se propaga para além da área de influência direta ou entorno mais próximo da ação impactante.	<b>R</b>

Fonte: Adaptado de Botão et al. (2010).

A cada ação realizada para o desenvolvimento do empreendimento, foram identificados meios físico, biótico e antrópico impactados, podendo cada ação ser caracterizada com mais de um meio impactado. A simbologia usada durante esta distinção é mostrada na Tabela 2.

**Tabela 2:** Conceituação da simbologia usada para distinção dos meios ambientais.

<b>Meio impactado</b>	<b>Símbolo</b>
Físico	F
Biótico	B
Antrópico	A

Fonte: Autores, 2018.

#### **4. Resultados e Discussão**

No que se refere à fábrica, foi observado que o empreendimento se encontra na fase de implantação e o local de extração de argila ainda não foi definido, uma vez necessita estar registrado no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), órgão vinculado a Agência Nacional de Mineração (ANM).

Os resultados obtidos nesse trabalho buscaram realizar uma descrição dos impactos identificados e analisá-los de acordo com a fase do empreendimento, como também propor medidas mitigadoras adequadas a cada impacto adverso.

##### **4.1 Descrição dos impactos negativos ao meio ambiente**

Os impactos gerados ou previstos na fase de estudos e projetos, implantação e operação e na fase de funcionamento estão identificados na Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5, respectivamente.

**Tabela 3:** Caracterização dos impactos elencados no *checklist* na fase de estudos e projetos.

Ações Impactantes do Projeto	Meios impactados			Caracterização do Impacto					
	FÍSICO	BIÓTICO	ANTRÓPICO	CARÁTER	MAGNITUDE	IMPORTÂNCIA	DURAÇÃO	ORDEM	ESCALA
<b>FASE DE ESTUDOS E PROJETOS</b>									

**Projetos Básicos de Engenharia**

Planejamento integrado do projeto				A	+	P	1	4	D	L
Dimensionamento adequado				A	+	P	1	4	D	L
Valorização do terreno				A	+	P	2	4	D	L
Crescimento do comércio				A	+	P	1	4	I	R
Arrecadação de impostos				A	+	P	1	4	D	R

**Estudos ambientais**

Realização do diagnóstico e prognóstico ambiental	F	B		A	+	P	3	6	D	L
Caracterização do patrimônio arqueológico				A	+	P	2	5	I	L
Proteção do patrimônio arqueológico				A	+	P	2	6	I	L
Definição morfológica local	F				+	P	1	4	D	L
Caracterização das áreas protegidas	F	B			+	P	3	6	I	L
Uso racional e planejado do terreno				A	+	P	1	4	D	L
Aquisição de serviços especializados				A	+	P	2	4	I	R

Fonte: Adaptado de Botão et al. (2010).

**Tabela 4:** Caracterização dos impactos elencados no *checklist* na fase de implantação e operação.

**FASE DE IMPLANTAÇÃO**

**Construção da Fábrica**

Oportunidade de ocupação/renda				A	+	P	2	4	I	L
--------------------------------	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---

**Limpeza Geral da Obra/Desmobilização**

Eliminação adequada de resíduos	F	B		A	+	M	1	4	D	L
Desmobilização da mão de obra				A	-	P	1	4	I	L

Diminuição da renda			A	-	P	1	5	I	L
Redução das relações comerciais			A	-	P	1	5	I	R
Queda no recolhimento de impostos			A	-	P	1	4	I	R

### **Contratação de Funcionários**

Expectativa da população			A	+	P	1	4	D	L
Oferta de empregos permanentes			A	+	P	1	6	D	L
Oferta de empregos diretos			A	+	P	1	6	D	L
Oferta de empregos indiretos			A	+	P	1	6	D	L
Qualificação profissional			A	+	P	3	6	I	L
Estabilidade profissional			A	+	P	2	6	D	L
Crescimento de ocupação e renda			A	+	P	1	6	I	L
Melhoria dos índices sociais			A	+	P	1	6	I	L
Melhoria dos índices econômicos			A	+	P	1	6	I	L
Recolhimento de encargos			A	+	P	1	6	I	L
Crescimento do comércio			A	+	P	1	6	I	L
Arrecadação de impostos			A	+	P	1	6	I	R
Crescimento da economia			A	+	P	1	6	I	R

### **Aquisição de Equipamentos e Serviços**

Oportunidade de ocupação e renda			A	+	P	1	4	I	R
Empregos indiretos			A	+	P	1	4	I	R
Crescimento do comércio			A	+	P	1	4	I	R
Arrecadação de impostos			A	+	P	1	4	I	R

### **FASE DE OPERAÇÃO**

### **Aquisição de Mercadorias de Consumo**

Demanda por produtos primários			A	+	P	1	4	D	R
Geração de empregos indiretos			A	+	P	1	4	D	L
Crescimento do comércio			A	+	P	1	4	D	L
Maior arrecadação tributária			A	+	P	1	4	D	R

### **Equipamentos de Infraestrutura Geral**

Alteração da qualidade do ar, da água e do solo	F			-	P	2	4	I	L
Alteração da sonoridade local	F			-	P	2	4	I	L
Oferta de empregos			A	+	P	2	4	I	L



Crescimento do comércio			A	+	P	2	4	I	L
Aquisição de material de manutenção			A	+	P	2	4	I	R
Recolhimento de taxas e impostos			A	+	P	2	4	I	R

### **Funcionamento**

Aumento da poluição sonora		B	A	-	G	3	6	D	L
Lançamento de poeiras	F	B	A	-	G	3	6	D	L

Fonte: Adaptado de Botão et al. (2010).

**Tabela 5:** Caracterização dos impactos elencados no *checklist* na fase de funcionamento.

### **FASE DE OPERAÇÃO**

#### **Funcionamento**

Alteração nas reservas hídricas	F	B	A	-	M	2	6	D	L
Alterações geotécnicas do terreno	F			-	G	3	6	D	L
Produção de efluentes domésticos	F	B	A	-	P	2	6	D	L
Retirada de solo	F			-	G	3	6	D	L
Alteração da paisagem	F		A	-	G	3	6	D	L
Produção de resíduos sólidos	F	B	A	-	M	2	6	D	L
Risco de poluição hídrica e do solo	F	B	A	-	P	1	6	D	L
Geração de impacto de vizinhança			A	-	P	1	6	D	L
Supressão de flora		B		-	G	3	6	D	L
Afugentamento de fauna		B		-	G	3	6	D	L
Maior concentração de renda	F	B	A	+	P	1	6	I	R
Não geração de CO2			A	+	G	3	6	I	R
Circulação da moda			A	+	P	1	6	I	R
Crescimento de empregos indiretos			A	+	P	1	6	I	R
Arrecadação tributária			A	+	P	1	6	I	R

Fonte: Adaptado de Botão et al. (2010).

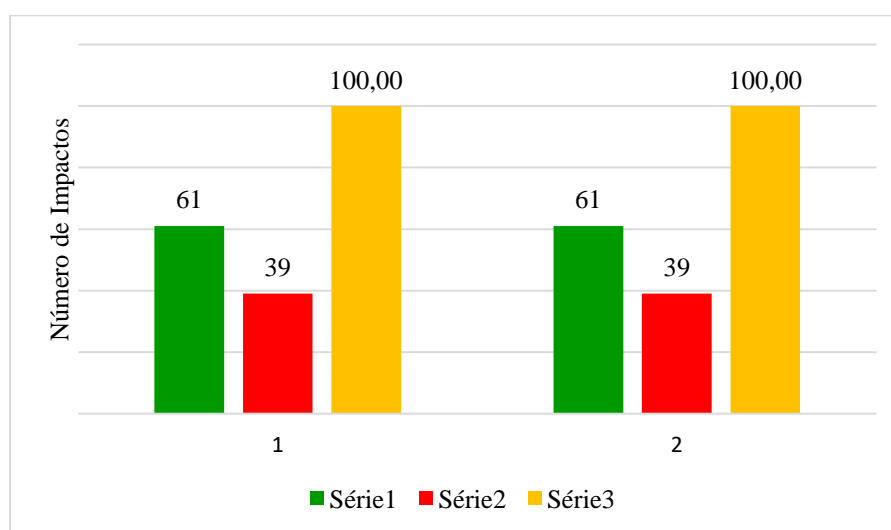
## **4.2 Avaliação dos impactos ambientais**

Através da utilização do método *checklist* foram identificados que 100% impactos ambientais com seis parâmetros de avaliação para cada impacto, o que totalizou 600 indicadores analisados. Dos 100 impactos descritos, 61 têm caráter benéfico e 39 caracteres adverso (Gráfico

1), o que significa que, de maneira geral, o empreendimento representa um fator positivo para os componentes ambientais considerados, visto que já é o objetivo desse tipo de tijolo ecológico.

Como a fábrica está em fase de implantação, parte destes impactos já ocorreu, no entanto, outros consistem em previsões, através do desenvolvimento das atividades da fábrica ou pelo resultado de alguns de seus processos. No Gráfico 1, série1, série2 e série3 significa caráter benéfico, caráter adverso e caráter total, respectivamente. Já 1 e 2 significa total e %, respectivamente.

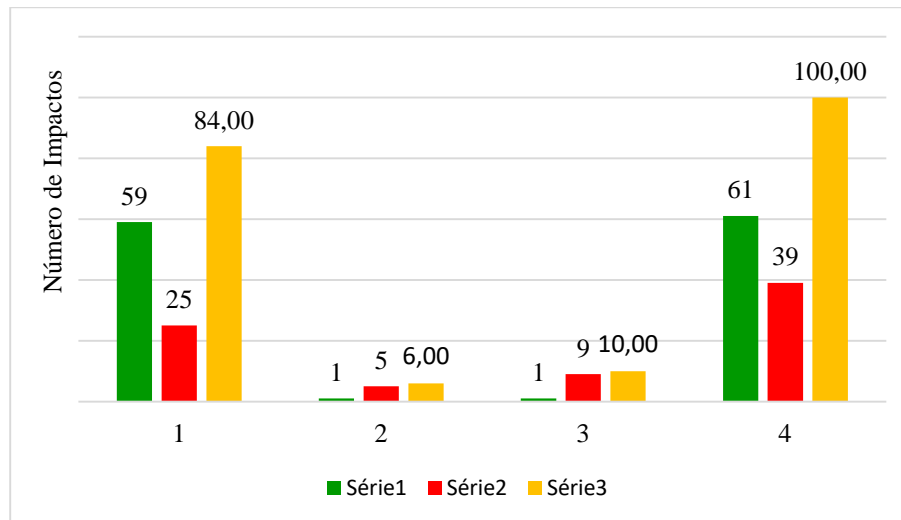
**Gráfico 1:** Totalização dos impactos.



Fonte: Autores, 2018.

Avaliando o atributo “magnitude”, é possível observar no Gráfico 2, que 84% dos impactos são de magnitude pequena, 6% de média e 10% de grande magnitude, demonstrando assim, que o empreendimento não irá alterar de forma expressiva os fatores considerados durante a avaliação, pois sua maioria é de extensão reduzida. No Gráfico 2, série1, série2 e série3 significa magnitude benéfica, magnitude adversa e magnitude total, respectivamente. Já 1, 2, 3 e 4 significa pequena, média, grande e total, respectivamente.

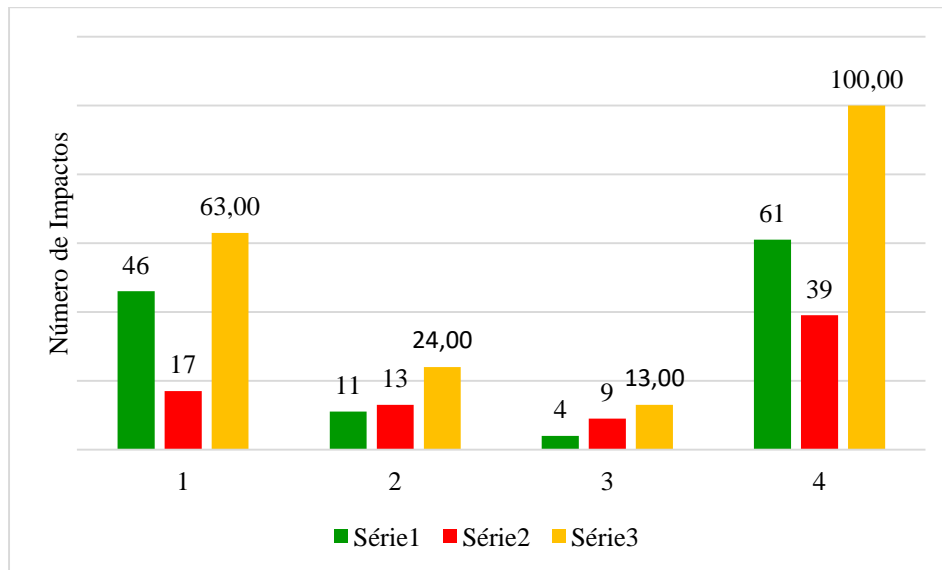
**Gráfico 2:** Comparação de Caráter por Magnitude.



Fonte: Autores, 2018.

Com relação ao atributo “importância” (Gráfico 3), os impactos não significativos representam 63% do total, evidenciando que fábrica de tijolos solo-cimento não implicará alteração na qualidade de vida. Os impactos considerados de importância moderada totalizam 24 impactos, embora a maioria destes sejam adversos, com 13 impactos, eles assumem dimensões recuperáveis, e os significativos somam 13%. A maioria dos impactos significativos são adversos, conseqüentemente acarretam perda na qualidade de vida, o que exige mais atenção para estes, na hora de propor as medidas mitigadoras. No Gráfico 3, série1, série2 e série3 significa importância benéfica, importância adverso e importância total, respectivamente. Já 1, 2, 3 4 significa não significativa, moderada, significativa e total, respectivamente.

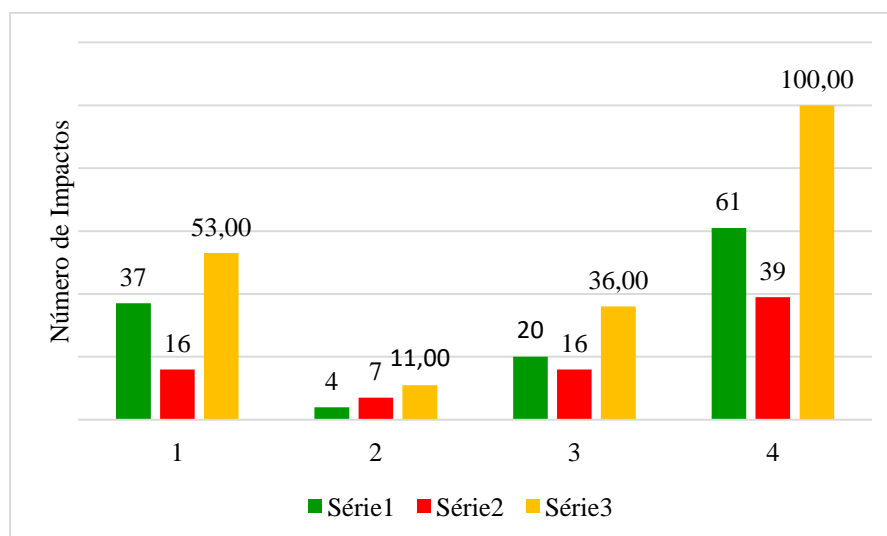
**Gráfico 3:** Comparação de Caráter por Importância.



Fonte: Autores, 2018.

Para o atributo “duração” (Gráfico 4), 53% foram categorizados como de curta duração, que se caracteriza como um fator positivo para o empreendimento, pois a maioria dos impactos é neutralizada, assim que a ação é concluída. Os de média duração com impactos positivos e negativos somam 11, evidenciando que há a necessidade de um certo período de tempo para que haja a neutralização, do impacto caso ele seja adverso. Já os de longa duração somam 36% do total, onde 16 são de caráter adverso necessitando de uma atenção especial na aplicação das medidas mitigadoras. No Gráfico 4, série1, série2 e série3 significa duração benéfico duração adverso e duração %, respectivamente. Já 1, 2, 3 4 significa curta, média, longa e total, respectivamente.

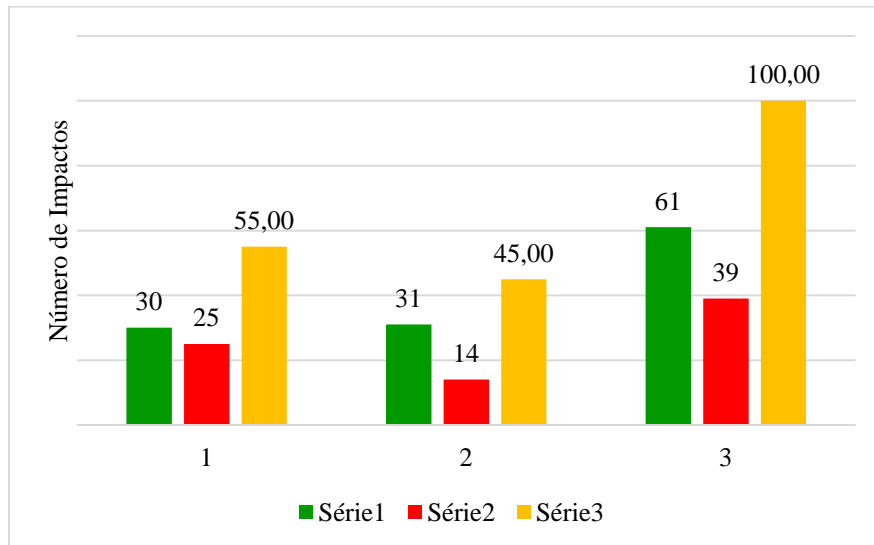
**Gráfico 4:** Comparação do caráter por duração.



Fonte: Autores, 2018.

Para o atributo “ordem” dos impactos (Gráfico 5), verificou-se que 55% são de ordem direta, havendo apenas uma simples relação de causa e efeito, e 45% dos impactos são de ordem indireta, fazendo assim, parte de uma cadeia de impactos, sendo 31 deles benéficos e 14 adversos. No Gráfico 5, série1, série2 e série3 significa ordem benéfico, ordem adverso e ordem %, respectivamente. Já 1, 2 e 3 significa direta, indireta e total, respectivamente.

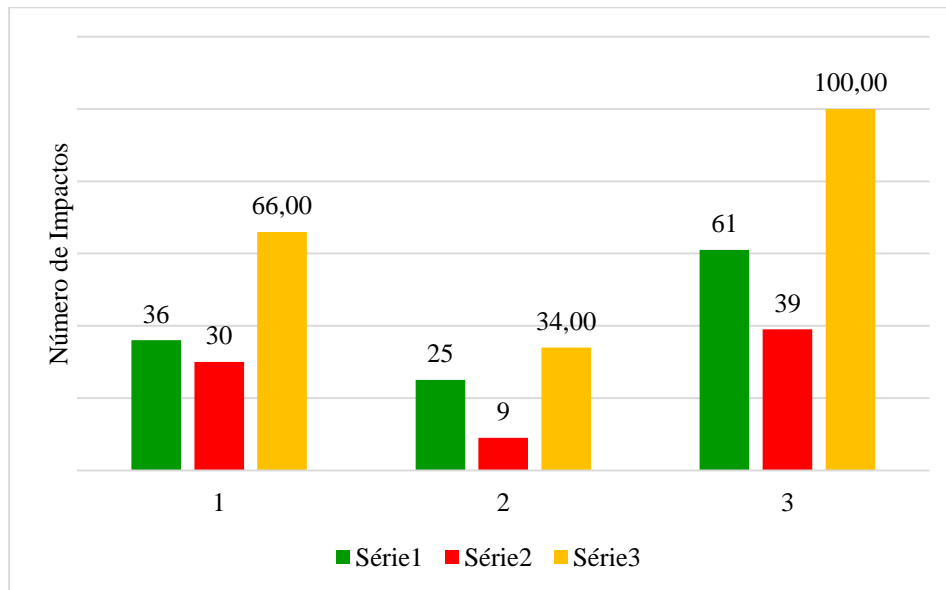
**Gráfico 5:** Comparação de caráter por ordem.



Fonte: Autores, 2018.

Ao analisar o atributo “escala” (Gráfico 6), pode ser constatado que os de escala local totalizam 66%, sendo o impacto gerado, restrito às proximidades da área de operação, enquanto os de escala regional, quando somados, apresentam 34% do total, ou seja, estes impactos se propagam além da área de influência direta. No Gráfico 6, série1, série2 e série3 significa escala benéfico, escala adverso e escala %, respectivamente. Já 1, 2 e 3 significa local, regional e total, respectivamente.

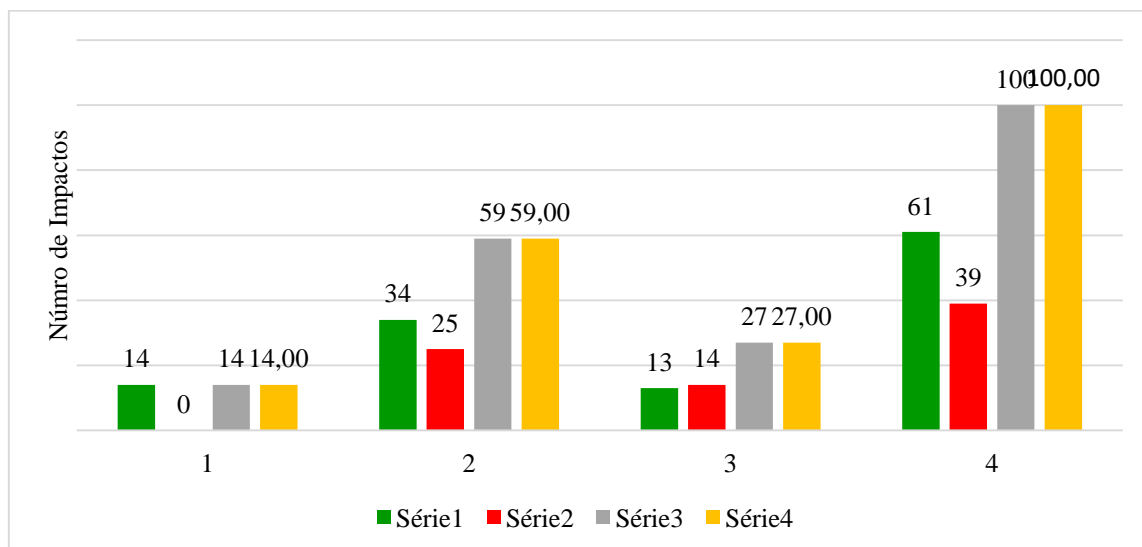
**Gráfico 6:** Comparação de caráter escala.



Fonte: Autores, 2018.

Comparando todos os impactos por fase do empreendimento, é possível observar no Gráfico 7, que no total, a fábrica apresentará mais impactos benéficos do que adversos. A fase de estudos e projetos não causará nenhum impacto adverso, devido seu desenvolvimento ocorrer em escritório e as análises ambientais não ocasionarem perturbação ao meio físico, biótico e antrópico. No Gráfico 7, série1, série2, série3 e série4 significa caráter benéfico, caráter adverso, caráter total e caráter%, respectivamente. Já 1, 2, 3 e 4 significa Estudos e Projetos, Implantação, Operação, e total, respectivamente.

**Gráfico 7:** Comparação dos impactos ambientais por fase do empreendimento.

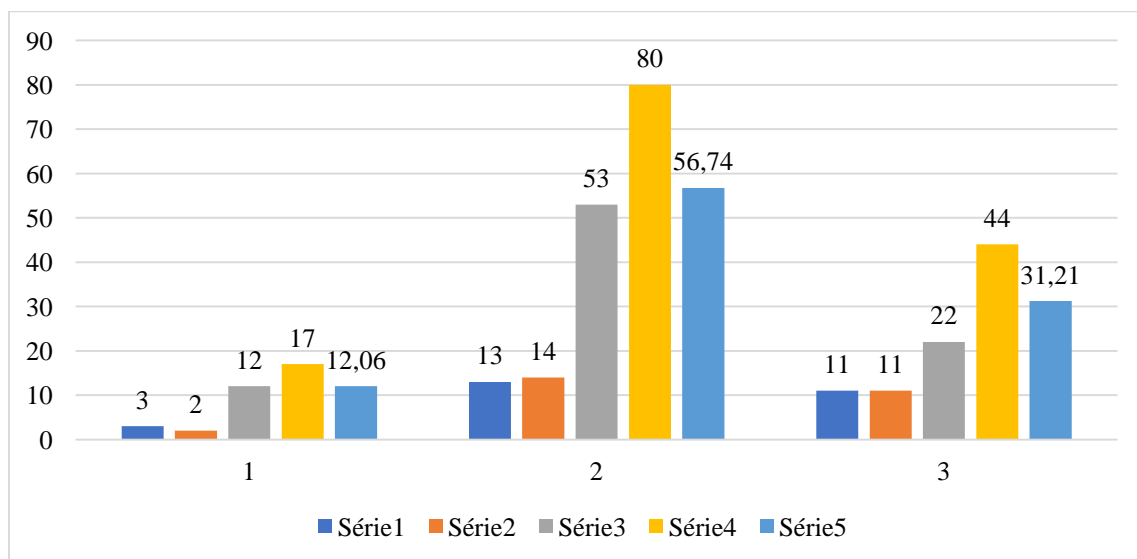


Fonte: Autores, 2018.

A fase de implantação será a que ocasionará mais impactos benéficos e adversos, pois é a fase que Botão et al. (2010) afirma ser a de intervenção propriamente dita na área, devido a construção da fábrica. Já a fase de operação é a única que possui mais impactos adversos do que benéficos, em decorrência do seu funcionamento.

Quando compara os meios ambientais impactados com as fases do empreendimento (Gráfico 8), verifica-se que a fase em que ocorrerá maior número de impactos nos meios físico, biótico e antrópico, com 13, 14 e 53 ações impactadas respectivamente totalizando 56%, 74% e 80% é a fase de implantação, tanto devido às ações necessárias para a construção da fábrica, como o seu funcionamento, compra de materiais e contratação de funcionários. No Gráfico 8, série1, série2, série3, série4 e série5 significa meio físico, meio biótico, meio antrópico, total e %, respectivamente. Já 1, 2, e 3 significa Fase de Estudos e Projetos, Implantação e Fase de Operação, respectivamente.

**Gráfico 8:** Comparação de meios ambientais impactados por fase do empreendimento.



Fonte: Autores, 2018.

Pela análise dos resultados, verifica-se que dentro dos atributos que possuam três parâmetros de avaliação (magnitude, importância e duração), comparando os elementos de cada um dos seus parâmetros, o que mais impacta o empreendimento de forma adversa é o atributo “magnitude”, onde o mesmo possui 25 impactos adversos de magnitude pequena.

O fato de o empreendimento possuir impactos adversos, embora se caracterize como algo negativo para a fabricação dos tijolos solo-cimento, como a magnitude é pequena, eles não oferecem alterações importantes nos fatores para os quais foram empregados. Já com relação à

maior quantidade de caracterizações benéficas, a magnitude pequena também possui o maior somatório, com a distribuição de 59 caracterizações dos impactos.

Pela análise dos atributos “escala” e “ordem”, nota-se que ambos possuem dois parâmetros de avaliação, no qual o atributo “escala” possui a maior quantidade de impactos adversos com 36, sendo todos na escala local onde, ficando o efeito gerado restrito a área ou ao seu entorno mais próximo. Entre estes dois atributos o que apresenta maior número de impactos adversos é a “ordem”, com 25 ações, atingindo de forma direta as ações elencadas, sendo eles causadores de impactos primário ou de primeira ordem, causando assim reações simples na área do empreendimento.

#### **4.3 Proposição de medidas mitigadoras**

Foi verificado que durante as fases do empreendimento ocorreram diversos impactos ambientais negativos. Para amenizá-los ou eliminá-los, torna-se necessário a aplicação de medidas mitigadoras nas fases de implantação e de operação da fabricação de tijolo-cimento. Foi observado não houve impactos adversos durante a fase de projetos e estudos, logo não há proposta de mitigação para essas fases.

##### **4.3.1 Controle de emissões gasosas, ruídos e poeiras gerados pela movimentação de veículos**

Foi verificado que na fase de implementação e operação ocorrem emissões gasosas. Na etapa de implementação é realizado a compra de materiais de construção que necessitam de transporte, como: tijolos, telhas, madeiras e cimento, por exemplo, ocasionando ruídos, emissões gasosas e lançamento de poeiras. Na fase de operação, os mesmos impactos são ocasionados, devido à expedição dos tijolos e na fabricação dos mesmos, com o transporte de solos.

Pereira et al. (2013), sugerem para o controle de impactos ambientais desse tipo, o controle na velocidade de veículos, para diminuir o lançamento de poeiras ao ar durante o período de estiagem e cobertura ou molha do transporte de solos. Os autores afirmam que para a diminuição do lançamento de gases e emissões de ruídos, é necessário realizar manutenções periódicas nos veículos em locais adequados. Estas medidas também diminuirão os riscos de acidentes de percurso e a perturbação da fauna.



#### **4.3.2 Controle de poluição sonora, lançamento de poeiras, geração de resíduos sólidos e efluentes contaminados na construção e funcionamento da fábrica**

Na fase de implantação da fábrica, ocorrerá poluição sonora, devido a construção do galpão, embora em menor escala do que em uma construção com tijolos cerâmicos, e na fase de operação, com o funcionamento de máquinas e equipamentos. Com o uso do triturador (Figura 6). Pisani (2005) corrobora ao afirmar que, no processo mistura dos grãos do solo com o cimento, a mistura passará duas vezes no triturador, aumentando a poluição sonora e lançamento de poeiras no local.

Essas poeiras também serão lançadas com o funcionamento da peneira elétrica (Figura 7). Esse aparelho tem como finalidade eliminar pedregulhos e matéria orgânica que possam estar contidos no solo. Para o descarte correto dos resíduos sólidos, será necessário um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS. Além do lançamento de material particulado, o funcionamento da peneira e da presa provocará ruídos (Figura 8).

**Figura 6:** Triturador de solos.



Fonte: Autores, 2018.

**Figura 7:** Pereira elétrica.



Fonte: Autores, 2018.

**Figura 8:** Prensa para fabricação de tijolos.



Fonte: Autores, 2018.

A construção da fábrica com tijolos solo-cimento já é considerada uma medida mitigadora, pois causa uma menor geração de resíduos na obra devido aos furos no tijolo, facilitando as instalações prediais (França, Simões & Gomes, 2018). Devido ao seu sistema de encaixe de sua função estética, o tijolo pode ficar aparente, o que também constitui como medida para a não geração de resíduos, pois não há a necessidade de reboco (Figura 9).

**Figura 9:** Galpão da fábrica construído com tijolos de solo-cimento.



Fonte: Autores, 2018.

Com objetivo de evitar contaminações por efluentes líquidos gerados pelo uso do banheiro a ser planejado e implantado e da lavagem de equipamentos, sugere-se que seja instalado um sistema de tratamento individual de águas residuárias, com fossa, filtro e sumidouro, pois na zona de instalação da fábrica não há sistema de coleta de esgoto. Caso ocorra vazamento ou entupimento do sistema de canalização de esgoto, será realizada a sua manutenção, o mais rápido possível.

Para a contenção de lançamento de poeiras, visando amenizá-las pode ser colocada uma tela anti-poeira, ao redor dos muros da fábrica, o que causaria uma contenção nesta dispersão de partículas sendo esta medida mitigadora considerada um Equipamento de Proteção Coletiva (EPC), como também a instalação de sinalização indicando riscos de acidente de trabalho. Deve haver o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), para os funcionários, sendo: fardamento, protetor auricular, óculos, máscara e botas.

Pereira et al. (2013), sugerem algumas medidas mitigadoras em relação as legislações de Higiene e Segurança do Trabalho, destaca-se as principais: evitar trabalho noturno em áreas residenciais das 22h às 7h e realizar manutenções para evitar ruídos em máquinas mal reguladas.

#### **4.3.3 Controle de processos erosivos e supressão vegetal**

A construção da fábrica de tijolo-cimento ocasionou a supressão vegetal, causando prejuízos a fauna e flora, alterando a dinâmica local, ocasionado riscos ao patrimônio arqueológico e acirramento de processos erosivos, bem como ocorre com a retirada de solo para

a fabricação do tijolo ecológico, no entanto, para este último impacto a empresa não tem responsabilidade sobre sua mitigação, uma vez que a mesma comprará (ou compra para a fase de teste) solos de áreas licenciadas e de domínio de terceiros.

Na fase de construção da fábrica foi necessário a realização de terraplenagem para melhorar as qualidades do terreno, e aberturas de cavas para a instalação do sistema de esgotamento sanitário e hidráulico. A fim de que os impactos causados por essa ação sejam mitigados, Figueiredo et al. (2015), aponta que com a agilidade na execução da obra, será anulado o processo erosivo, pois é inevitável que não haja a abertura de cavas para o desenvolvimento da construção.

Para os demais impactos Pereira et al. (2013), aponta que deve ser realizado o plantio de espécies nativas e arbóreas nativas da região, e caso seja encontrado algum sítio arqueológico, ocorra a sua escavação antes do início da retirada de solo, isso caso a empresa decida não mais comprar solos de áreas já licenciadas, mas comprar sua própria área de extração.

## **5. Considerações Finais**

Com a realização do estudo de Avaliação de Impacto Ambiental, foi possível identificar a presença de mais impactos positivos do que negativos, representando 61% e 39%, respectivamente. Sendo que nenhum impacto negativo atingiu a fase de estudos e projetos de engenharia, pois esta foi mais concentrada no escritório. Como previsto na literatura, a fase de implantação foi a que gerou mais impactos, já a fase de operação obteve a menor diferença entre o caráter. Já com relação aos meios ambientais impactado, foi possível observar que o meio mais impactado é o antrópico, com 87 ocorrências.

O lançamento de poeiras e emissões de ruídos, gerados, tanto devido ao fluxo de veículos, como da construção da fábrica são os impactos adversos os que mais se repetem entre as ações do empreendimento. Para mitigá-los, foi sugerido a realização de manutenções nas máquinas e veículos, bem como uso de EPI para os funcionários e redução de velocidade dos automóveis que transportarão os tijolos e meterias, como cimento e solo. Já para os impactos benéficos os maiores índices apontam para arrecadação tributária, contratação de funcionários e circulação da moeda.

Nesse sentido, o presente trabalho demonstrou-se importante por relacionar a avaliação de impacto ambiental com o processo de fabricação do tijolo ecológico, contemplando as fases de estudo e projetos, implantação e funcionamento da fábrica, avaliando e categorizando os

impactos com base em literaturas que falam sobre AIA e visita ao local. E além disso, demonstra que sua implantação traz benefícios sociais, ambientais e econômicos para a sua área de influência.

Recomenda-se para futuros trabalhos a aplicação da metodologia utilizada nesses trabalhos para outras atividades potencialmente poluidoras nos municípios que compreendem a Região Metropolitana do Cariri, com finalidade de corroborar para a preservação e qualidade ambiental da Região.

## Referências

ABNT. (1989). NBR 10832 - Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. *Rio de Janeiro*.

Almeida, A. N., Sertão, A. C., Soares, P. R. C., & Angelo, H. (2015). Deficiências no diagnóstico ambiental dos estudos de impacto ambiental (EIA). *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 4(2), 33-48.

Barboza, D. V., da Silva, F. A., Motta, W. H., Meiriño, M. J., & do Valle Faria, A. (2019). Aplicação da Economia Circular na Construção Civil. *Research, Society and Development*, 8(7), 27.

Basso, L. A., & Verdum, R. (2006). Avaliação de Impacto Ambiental: EIA e RIMA como instrumentos técnicos e de gestão ambiental. *Relatório de impacto ambiental: legislação, elaboração e resultados*, Editora da Universidade UFRGS.

Beanlands, G. E., & Duinker, P. N. (1983). *An ecological framework for environmental impact assessment in Canada*. Halifax, Nova Scotia: Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University and Federal Environmental Assessment Review Office, 44-45.

Botão, H.H.S., Silva, J.O.C., Olímpio, M.L.D., Sá, T.D., Trece, V.G., & Cabral, V.L. (2010). Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais. In: *GEOCONSULT - Consultoria, Geologia & Meio Ambiente Ltda*.

Brasil. (1981). Lei nº 6938, 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. *Diário Oficial da União*.

Brasil. (1986). Resolução n. ° 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *Diário Oficial da União*.

Campos, É. F., Punhagui, K. R. G., & John, V. M. (2011). Emissão de CO<sub>2</sub> do transporte da madeira nativa da Amazônia. *Ambiente Construído*, 11(2), 157-172.

Cendrero, A., de Terán, J. R. D., González, D., Mascitti, V., Rotondaro, R., & Tecchi, R. (1993). Environmental diagnosis for planning and management in the high Andean region: The Biosphere Reserve of Pozuelos, Argentina. *Environmental Management*, 17(5), 683.

Coelho, A. R., Gonçalves, B. B., Salomão, P. E. A., Junior, H. C., & da Silva, I. G. (2018). Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. *Research, Society and Development*, 7(10), 10.

Cunha, S. B. D., & Guerra, A. J. T. (1999). Avaliação e perícia ambiental. *Rio de Janeiro: Bertrand Brasil*.

Erickson, P. A. (1994). *A practical guide to environmental impact assessment*. Academic Press Inc.

Figueiredo, A. P., Neto, A. E., Dantas, A. M., Lisboa, F. D., Fonseca, F., Xavier, H. M. P., Santos, J. L. L., Figueiredo, J. A. P., Câmara, J. R. F., & Oliveira, S. M. B. (2015). *Atividade de Extração de Minério de Ferro*. Acesso em 20 março, em <http://sudema.pb.gov.br/consultas/downloads/arquivos-eia-rima/casa-grande/eia-casagrande/10-proposicao-de-medidas-itigadoras.pdf>.

França, A. D., Simões, M. T., & Gomes, K. N. A. E.S. (2018). Tijolo Solo-Cimento: Processo produtivo e suas vantagens econômicas e ambientais. *Revista Científica de Engenharia Civil*, 1(01), 144-155.

Glasson, J., & Therivel, R. (2013). *Introduction to environmental impact assessment*. Routledge.

Guimarães, J. I. (2014). Avaliação e Análise de Impactos Ambientais. In: *Instituto Tecnológico Brasileiro*, p171.

IBGE. (2019). *Cidades e Estados*. Acesso em 14 maio, em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>.

IPECE. (2019). *Perfil municipal*. Acesso em 15 maio, em [ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml](http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml).

Jesus Pacheco, D. A., Godinho, H., Ten Caten, C., & Jung, C. F. (2015). Redução do impacto ambiental na produção de cerâmicas: implicações e análise de investimentos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 19(3), 112-123.

Moreira, I. V. D. (1992). Origem e síntese dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental (AIA). *Manual de avaliação de impactos ambientais*. Curitiba – SUREHMA/GTZ.

Motta, J. C. S. S., Morais, P. W. P., Rocha, G. N., da Costa Tavares, J., Gonçalves, G. C., Chagas, M. A., & Lucas, T. D. P. B. (2014). Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. *e-xacta*, 7(1), 13-26.

Moura-Fé, M. M., da Silva, M. J. A., Dias, V. P., Monteiro, D. A., de Moura Silva, J. H., & Rodrigues, R. M. (2019). Região Metropolitana do Cariri (RMC), Ceará: meio ambiente e sustentabilidade. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, 21(2), 1198-1216.

Nobre, P., & Melo, A. D. (2001). Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. *Revista Climanalise*, 1-10.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em 19 março, em [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Pereira, F. C. A., Egypto, S. R., Koch, J., Panitz, C. M. N., Borges, L.S.M., Albuquerque, R., Bandeira, M., & Souza, G.M. (2013). *PROEMA – Projetos de Engenharia Econômica e Meio Ambiente Ltda.* Acesso em 28 março, em [https://www.saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/1440\\_1.\\_informacoes\\_gerais.pdf](https://www.saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/1440_1._informacoes_gerais.pdf).

Pisani, M. A. J. (2005). Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo cimento. *Sinergia, São Paulo*, 6(1), 53-59.

Roque, R. A. L., & Pierri, A. C. (2019). Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. *Research, Society and Development*, 8(2), 32.

Sánchez, L. E. (2015). *Avaliação de impacto ambiental*. Oficina de Textos.

Silva, M., Batista, T., Cirino, M., Moraes, J., Silva, E., Barboza, E., & Oliveira, B. (2020). O perfil da mão de obra na indústria de construção civil em Juazeiro do Norte, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(7), e518974423.

Souza, M. I., Segantini, A. A., & Pereira, J. A. (2008). Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(2), 205-212.

Spadotto, C. A. (2002). Classificação de impacto ambiental. In: *Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas*, 1-4.

Westman, W. E. (1985). *Ecology impact assessment and environmental planning*. John Wiley & Sons.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Josefa Missilene Cordeiro Lôbo – 25%

José Laécio de Moraes – 15%

Aureliano Filgueira Nascimento – 15%

João Marcos Pereira de Moraes – 15%

Eliezio Nascimento Barboza – 15%

Eduarda Moraes da Silva – 15%