

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Centro de Engenharias**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais**  
**Mestrado em Ciências Ambientais**

**Dissertação**



**Análise integrada dos aspectos e impactos ambientais:**

da extração das matérias primas à produção do concreto usinado

**Nestor José Silveira de Silveira**

Pelotas, 2022

**Nestor José Silveira de Silveira**

**Análise integrada dos aspectos e impactos ambientais:**

da extração das matérias primas à produção do concreto usinado

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Érico Kunde Corrêa

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>.Tirzah Moreira Siqueira

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

S587a Silveira, Nestor José Silveira de

Análise integrada dos aspectos e impactos ambientais :  
da extração das matérias primas à produção do concreto  
usinado / Nestor José Silveira de Silveira ; Érico Kunde  
Corrêa, orientador ; Tirzah Moreira Siqueira, coorientadora.  
– Pelotas, 2022.

250 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação  
em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias,  
Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Ciclo de vida. 2. Mineração. 3. Jazida. 4. Construção  
civil. 5. Identificação de aspectos e impactos. I. Corrêa,  
Érico Kunde, orient. II. Siqueira, Tirzah Moreira, coorient. III.  
Título.

CDD : 363.7

NESTOR JOSÉ SILVEIRA DE SILVEIRA

Análise integrada dos aspectos e impactos ambientais: da extração das matérias primas à produção do concreto usinado

Dissertação de mestrado aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 15/05/2022

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Érico Kunde Corrêa (Orientador)

Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pelotas

.....

Profa. Dra. Andrea de Souza Castro

Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....

Prof. Dr. Michel David Geber

Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas.

.....

Profa. Dra. Ângela Azevedo de Azevedo

Doutora em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....

## Resumo

SILVEIRA, Nestor José Silveira de. **Análise integrada dos aspectos e impactos ambientais: da extração das matérias primas à produção do concreto usinado.** Orientador: Érico Kunde Corrêa. 2022. 250 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Centro de Engenharias. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

Além de estar entre as atividades de maior importância para o desenvolvimento econômico e social a nível mundial, a construção civil também é uma grande geradora de impactos e aspectos ambientais. Esta atividade está entre as que mais consome recursos naturais. Considerando o concreto o material mais consumido na construção civil e o segundo elemento mais consumido no mundo, este trabalho teve como objetivo analisar de forma integrada os aspectos e impactos ambientais gerados pela produção do concreto usinado. Para realizar uma análise integrada foi necessário a investigação no ciclo de vida de cada matéria prima que compõem o concreto, estudando seus processos de produção, conhecendo suas atividades e identificando seus aspectos e impactos. Estes foram identificados individualmente utilizando como métodos, as listas de verificação e matriz de interação, o resultado foi a identificação de 76 aspectos e impactos ambientais, sendo 15 positivos e 61 negativos. Como fruto destes resultados, em uma análise individual, foi reconhecida a atividade de Extração de Areia como a que mais gera aspectos e impactos ambientais, sendo Poluição Sonora e Afugentamento da fauna como negativos e Geração de Empregos como positivo. A maior parte de seus impactos estão concentradas no meio Antrópico, e a maioria das atividades na fase de Implantação do empreendimento. Na análise integrada das atividades, tratando de aspectos e impactos ambientais obteve-se como resultado a Poluição Sonora como negativo, e Geração de Empregos como impacto positivo. Quando são consideradas todas as fases dos Empreendimentos, a fase que concentra o maior número de aspectos e impactos gerados é a de Implantação. Os empreendimentos da Fabricação do Cimento demonstraram ser os principais responsáveis pelos aspectos e impactos gerados nesta fase, através da atividade humana, Retirada da Cobertura Vegetal. Com a análise concluída, entende-se que com o apoio destes resultados, é possível perceber onde devemos concentrar tecnologia, conhecimento, pesquisas e estudos auxiliando no controle de geração de impactos ambientais, automaticamente colaborando para que não ocorra a degradação do meio ambiente.

Palavras-chave: Ciclo de vida. Mineração. Jazida. Construção civil. Identificação de aspectos e impactos.

## Abstract

SILVEIRA, Nestor José Silveira de. **Integrated analysis of environmental aspects and impacts: from the extraction of raw materials to the production of ready-mixed concrete**. Advisor: Érico Kunde Corrêa. 2022. 250 f. Dissertation (Master in Environmental Sciences) – Center for Engineering. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

In addition to being among the most important activities for economic and social development worldwide, civil construction is also a major generator of environmental impacts and aspects. This activity is among those that most consume natural resources. Considering concrete the most consumed material in civil construction and the second most consumed element in the world, this work aimed to analyze in an integrated way the environmental aspects and impacts generated by the production of ready-mixed concrete. To carry out an integrated analysis, it was necessary to investigate the life cycle of each raw material that makes up the concrete, studying its production processes, knowing its activities and identifying its aspects and impacts. These were identified individually using as methods, the checklists and interaction matrix, the result was the identification of 76 environmental aspects and impacts, being 15 positive and 61 negative. As a result of these results, in an individual analysis, the Sand Extraction activity was recognized as the one that most generates environmental aspects and impacts, with Noise Pollution and Scaring away fauna as negative and Job Generation as positive. Most of its impacts are concentrated in the Anthropogenic environment, and most of the activities are in the Implementation phase of the enterprise. In the integrated analysis of activities, dealing with environmental aspects and impacts, Noise Pollution was obtained as a negative result, and Job Generation as a positive impact. When all phases of the Projects are considered, the phase that concentrates the greatest number of aspects and impacts generated is Implementation. The Cement Manufacturing projects proved to be the main responsible for the aspects and impacts generated in this phase, through human activity, Removal of Vegetation Cover. With the analysis completed, it is understood that with the support of these results, it is possible to see where we should concentrate technology, knowledge, research and studies helping to control the generation of environmental impacts, automatically collaborating so that the degradation of the environment does not occur.

Keywords: Life cycle. Mining. deposit. Construction. Identification of aspects and impacts.

## Lista de Figuras

Figura 1	Estrutura do Concreto, adaptação ABNT - NBR 7212 (2021).....	19
Figura 2	Esquema de fluxograma do processo de fabricação do concreto.....	21
Figura 3	Materiais que constituem o Cimento Portland CP IV .....	29
Figura 4	Esquema do processo e fases da AIA .....	39
Figura 5	Extrato da Matriz de Verificação de Leopold.....	52
Figura 6	Diagrama de interação indicando as consequências do processo de urbanização sobre os processos de escoamento das águas superficiais .....	55
Figura 7	Rede de Interação (Fase de Construção) .....	56
Figura 8	Esquema da metodologia utilizada neste trabalho.....	58
Figura 9	Exemplo de um sistema de produto.....	61
Figura 10	Esquema de processo na fase de operação na extração da areia ....	63
Figura 11	Esquema para identificação de atividades humanas .....	65

Figura 12	Esquema para identificação de atividades humanas (Transporte).....	66
Figura 13	Esquema para identificação de atividades humanas (Fase de Produção do Cimento) .....	67
Figura 14	Esquema para identificação de atividades humanas (Fase de Transporte do Cimento) .....	67
Figura 15	Anexo 1 – CONAMA nº 237/97 - Atividades Licenciáveis .....	68
Figura 16	Extrato do modelo da Lista de Classificação das Atividades Licenciáveis (Legislação Estadual) .....	70
Figura 17	Esquema de Informações da identificação de Aspectos e Impactos .	73
Figura 18	Matérias-Primas Extraídas para a produção do concreto .....	75
Figura 19	Esquema do ciclo de vida do Concreto .....	77
Figura 20	Esquema de destino da matéria prima extraída (Transporte) .....	78
Figura 21	Esquema com as Etapas de Fabricação do Cimento Portland CP IV	82
Figura 22	Esquema do processo da Extração do Calcário .....	85
Figura 23	Etapas do processo de Extração da Argila .....	88

Figura 24	Esquema do processo de Extração da Gipsita .....	90
Figura 25	Esquema do processo de Extração da Brita .....	95
Figura 26	Esquema do Processo de Extração da Areia.....	98
Figura 27	Esquema das etapas do processo de Tratamento da Água .....	100
Figura 28	Gráfico representando a quantidade de Aspectos e Impactos Ambientais gerados por empreendimento .....	144
Figura 29	Gráfico com a distribuição dos Impactos Ambientais em seus Meios .....	145
Figura 30	Gráfico com a distribuição dos Impactos Ambientais nas fases do Empreendimento.....	145
Figura 31	Gráfico indicando o percentual de impactos gerados na Fase de Implantação.....	146

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Perfil da distribuição do cimento Portland consumido, segundo as regiões geográficas (t) .....	25
Tabela 2	Limites de Composição e tipos de Cimento Portland.....	27
Tabela 3	Exemplo de Lista de Verificação de um empreendimento de mineração .....	44
Tabela 4	Lista de Verificação empregada na avaliação de impactos ambientais de uma usina termelétrica .....	46
Tabela 5	Extrato da Lista de Verificação Genérica desenvolvida pelo DEA (1992).....	48
Tabela 6	Matriz de Interação para a identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais – fases de instalação, operação e desativação	53
Tabela 7	Referências Bibliográficas das Listas de Verificação e EIA's utilizadas na identificação de Aspectos e Impactos Ambientais .....	71
Tabela 8	Métodos de Lavra utilizados na Extração de Areia .....	96
Tabela 9	Identificação das Atividades Humanas na Produção de Concreto, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida.....	104
Tabela 10	Identificação das Atividades Humanas na Fabricação do Cimento, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida.....	105

Tabela 11	Identificação das Atividades Humanas na Extração do Calcário, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida.....	107
Tabela 12	Identificação das Atividades Humanas na Extração da Argila, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida.....	108
Tabela 13	Identificação das Atividades Humanas na Extração da Gipsita, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida.....	109
Tabela 14	Identificação das Atividades Humanas presentes na fase de Operação das Cinzas Volantes .....	110
Tabela 15	Identificação das Atividades Humanas na Extração da Brita, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida .....	111
Tabela 16	Identificação das Atividades Humanas na Extração da Areia, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida.....	112
Tabela 17	Identificação das Atividades Humanas no Tratamento da Água, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida.....	113
Tabela 18	Identificação das Atividades Humanas na Fabricação do Aditivo, presentes nas diferentes fases do ciclo de vida.....	114
Tabela 19	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Produção do Concreto .....	116
Tabela 20	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Fabricação do Cimento .....	117
Tabela 21	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração do Calcário .....	118

Tabela 22	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração da Argila.....	119
Tabela 23	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração da Gipsita.....	120
Tabela 24	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual no Uso da Cinza Volante.....	121
Tabela 25	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração da Brita.....	122
Tabela 26	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração da Areia.....	123
Tabela 27	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual no Tratamento da Água.....	124
Tabela 28	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Fabricação de Aditivo.....	125
Tabela 29	Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal no Transporte de Aditivo.....	126
Tabela 30	Lista de Aspectos e Impactos Ambientais Identificados e a quantidade de vezes que foram gerados em cada Fase dos empreendimentos.....	128
Tabela 31	Resultados da Análise realizada na usina de Produção do Concreto.....	134
Tabela 32	Resultados da Análise realizada na indústria Cimenteira (Fabricação do Cimento).....	135

Tabela 33	Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração de Calcário .....	136
Tabela 34	Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração de Argila	137
Tabela 35	Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração da Gipsita .....	138
Tabela 36	Resultados da Análise realizada no Uso da Cinza Volante .....	139
Tabela 37	Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração da Brita..	140
Tabela 38	Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração da Areia.	141
Tabela 39	Resultados da Análise realizada no Sistema de Tratamento da Água .....	142
Tabela 40	Resultados da Análise realizada na Indústria Química (Fabricação do Aditivo .....	143

## Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	15
1.1 Objetivo Geral .....	18
1.2 Objetivos Específicos .....	18
<b>2 Revisão de Literatura</b> .....	19
2.1 Materiais.....	19
2.1.1 Concreto.....	19
2.1.2 Cimento Portland.....	24
2.1.3 Brita.....	30
2.1.4 Areia.....	31
2.1.5 Água.....	32
2.1.6 Aditivos.....	33
2.2 Aspectos Ambientais, Impactos Ambientais e Avaliação de Impactos Ambientais.....	35
2.3 Identificação de Aspectos e Impactos Ambientais .....	42
2.3.1 Listas de Verificação .....	43
2.3.2 Matrizes de Interação.....	50
2.3.3 Diagramas ou Redes de Interação.....	54
<b>3 Metodologia</b> .....	57
3.1 Descrição das matérias-primas que compõem o concreto.....	57
3.2 Etapas Metodológicas .....	58
3.2.1 Estudo para determinar o ciclo de vida do concreto.....	60
3.2.2 Estudo da fase de extração, transporte e produção de cada material .....	62
3.2.3 Identificação das atividades humanas.....	64
3.2.4 Classificação das atividades humanas (tipologias) na fase de extração, transporte e produção de cada material de acordo com legislação.....	68
3.2.5 Identificação dos aspectos e impactos referentes às tipologias.....	71

3.2.6 Análise integrada dos aspectos e impactos positivos e negativos no âmbito social, ambiental e econômico .....	74
<b>4 Resultados e Discussão .....</b>	<b>75</b>
4.1 Descrição das matérias-primas que compõem o concreto.....	75
4.1.1 Estudo para determinar o ciclo de vida do concreto.....	76
4.1.2 Estudo da fase de extração, transporte das matérias-primas e produção do cimento.....	79
4.1.2.1 Produção do Cimento.....	80
4.1.2.1.1 Calcário .....	84
4.1.2.1.2 Argila .....	86
4.1.2.1.3 Gipsita (Gesso) .....	89
4.1.2.1.4 Cinzas Volantes.....	91
4.1.2.2 Brita .....	92
4.1.2.3 Areia .....	96
4.1.2.4 Água .....	99
4.1.2.5 Aditivos.....	101
4.1.3 Identificação das atividades humanas.....	102
4.1.4 Classificação das atividades humanas (tipologias) na fase de extração, transporte e produção de cada material de acordo com legislação .....	115
4.1.5 Identificação dos aspectos e impactos ambientais referentes às tipologias...	126
4.1.6 Análise integrada dos impactos positivos e negativos no âmbito social, ambiental e econômico .....	143
<b>5 Conclusão .....</b>	<b>149</b>
<b>Referências .....</b>	<b>151</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>168</b>

## 1 Introdução

A construção civil é reconhecida mundialmente como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social. Por outro lado, apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, quer pelo consumo de recursos naturais, quer pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos (PINTO, 2005).

A construção civil é uma das atividades industriais que mais consomem recursos naturais e representam uma parcela importante da economia brasileira (CBCS, 2018). No Brasil, este setor é responsável por 14% do Produto Interno Bruto (PIB), (PAZ; LAFAYETTE, 2016). Segundo Souza *et al.* (2016), no Japão a construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 50% da matéria bruta, já nos Estados Unidos da América (EUA) essa porcentagem aumenta para 75%. As estimativas indicam que, na União Europeia, se estima que o consumo do setor construção consome cerca de 40% da energia total, sendo responsável por 30% das emissões de CO<sub>2</sub>, e gera cerca de 40% dos resíduos resultantes da ação humana. Ghaffar *et al.* (2020) afirmam que mais de 35 bilhões de toneladas de material mineral são extraídos da terra por ano, tornando-se principalmente produtos e materiais usados na construção de edificações.

Segundo John *et al.* (2007) são evidentes os impactos ambientais decorrentes do fluxo de materiais para a produção da construção civil, sendo que este setor consome até 75% dos recursos extraídos da natureza, com o agravante que a maior parte destes recursos não são renováveis. De acordo com Gasques *et al.* (2014), dentre os materiais utilizados na construção civil destacam-se: o cimento, a cal, a areia, a brita, o aço e o alumínio. Em termos de volume utilizado, o concreto é o material mais consumido no mundo, sendo que a produção *per capita* é aproximadamente um metro cúbico (SCRIVENER; KIRKPATRICK, 2008).

Conforme a norma técnica brasileira NBR 7212 (2021), os materiais que compõem o concreto são o cimento, agregados (areia e brita) e água. Segundo a ANEPAC (2019), os agregados mais usuais são pedra britada, areia e cascalho, matérias primas mais consumidas no Brasil e no mundo. Seguindo as informações e considerando o elevado consumo de concreto, a natural consequência é que exista um significativo consumo dos recursos naturais os quais integram sua composição.

Agopyan e John (2011) relataram que na vida moderna todos os setores da economia dependem de um fluxo constante de materiais, com um ciclo de vida que começa desde a extração de matérias-primas naturais, e segue em sucessivas etapas de transformações industriais, como: transporte, montagem, manutenção e desmontagem. A norma NBR ISO 14040 (ABNT, 2014), recomenda, segundo Oliveira (2007), que as fases do ciclo de vida são as seguintes: a) extração de matéria-prima; b) transporte até a fábrica; c) transformação da matéria-prima; d) transporte ao centro de consumo; e) utilização do componente; f) manutenção e g) reuso/ reciclagem/ descarte.

Entende-se que os componentes do concreto são frutos de jazidas e mineradoras, sendo a fase final do ciclo de vida o transporte até a fábrica. A fase de extração destes recursos naturais é o momento em que as atividades envolvidas geram um expressivo número de impactos ambientais. Esta fase inicial, relatada por Laruccia (2014), coloca que a extração de matéria-prima tanto nas atividades em jazidas como nas atividades de mineração, podem provocar impactos ambientais como: propagações de vibrações no solo, alterações na flora e fauna do entorno destes locais de exploração, aceleração do processo erosivo, modificações de cursos d'água, interceptação do lençol freático, aumento da emissão de gases e partículas em suspensão no ar, aumento de ruídos e reconfiguração das superfícies topográficas.

No Brasil, é responsabilidade do licenciamento ambiental controlar as intervenções das atividades antrópicas sobre o meio ambiente, regulando de forma individualizada, tratando cada atividade de forma fragmentada e pontual. Instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente Lei Federal nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981), o licenciamento ambiental é um elemento administrativo pelo qual o órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos ou atividades que possam causar poluição ou degradação ao meio ambiente. A legislação ambiental disciplina o uso racional dos recursos ambientais e a preservação da qualidade ambiental. Um de seus instrumentos, o Decreto nº 88.351/83, revogado pelo decreto nº 99.274/90, que regulamentou a Lei nº 6.938/81, alia a utilização da avaliação de impacto ambiental (AIA) aos sistemas de licenciamento dos órgãos estaduais de controle ambiental para as atividades poluidoras ou mitigadoras do meio ambiente.

De acordo com Sánchez (2020), a identificação de impactos ambientais parece uma simples relação baseada em atividades, o que na realidade essa tarefa de identificar vai permitir que a equipe técnica organize de modo racional o que se entende da relação entre as atividades do futuro empreendimento e os processos e elementos ambientais. Com isso, é extremamente importante o conhecimento de métodos de identificação de impactos ambientais, para que fique mais fácil e ágil o trabalho técnico de analisar as atividades humanas dos empreendimentos.

A tecnologia ou metodologia utilizada para identificar impactos ambientais visa identificar, analisar e simplificar os efeitos de um plano ou projeto no campo de impacto ambiental de um empreendimento definido (PIMENTEL; PIRES, 1992). Há vários tipos de ferramentas que podem ser utilizadas como métodos de trabalho, auxiliando os técnicos na identificação de aspectos e impactos. Sánchez (2020) cita alguns dos principais métodos de identificação: Matrizes (Matriz de Leopold), Diagramas de interação e Listas de Verificação.

Alguns destes métodos de identificação foram importantes na realização deste trabalho, tendo sido aplicados na identificação dos impactos ambientais gerados pelas atividades desde a fase extração dos recursos naturais que compõem o concreto até a sua produção. Ainda nesta pesquisa em um segundo momento, estes impactos identificados foram analisados integralmente.

É importante considerar que o licenciamento ambiental tem como método analisar cada empreendimento individualmente e esse licenciamento isolado não contribui para conhecer a real potencialidade dos impactos ambientais na produção de concreto. Sendo o concreto responsável pelo desencadeamento de várias atividades humanas em mais de um empreendimento, a proposta deste trabalho é realizar uma análise de forma integrada, levando em consideração os potenciais impactos decorrentes da fase de extração de cada recurso natural em seus empreendimentos.

### **1.1 Objetivo Geral**

Realizar uma análise integrada dos aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades do ciclo de vida do concreto usado desde a fase de extração dos recursos naturais que o compõem até a sua produção e saída da usina concreteira.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as atividades humanas referentes ao ciclo de vida do concreto iniciando pela fase de extração indo até a sua produção e classificá-las segundo as tipologias apresentadas na legislação;
- Identificar os aspectos e impactos ambientais referentes às atividades classificadas nestas tipologias;
- Analisar, de forma integrada, os aspectos e impactos ambientais nas fases do ciclo de vida do concreto até a sua produção para determinar a sua potencialidade de causar impactos.

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 Materiais

#### 2.1.1 Concreto

Concreto é qualquer produto ou massa produzido a partir de um meio cimentante, formado a partir da reação entre um cimento, água e agregados, que dependendo do tipo que seja usado, é formado diferentes tipos de concreto, cada um com propriedades específicas (NEVILLE, 2016).

O concreto é um material de construção resultante da mistura, em quantidades racionais, de aglomerante (cimento), agregados (pedra e areia), água e aditivos. Na Figura 1, é demonstrada a estrutura e composição do concreto.

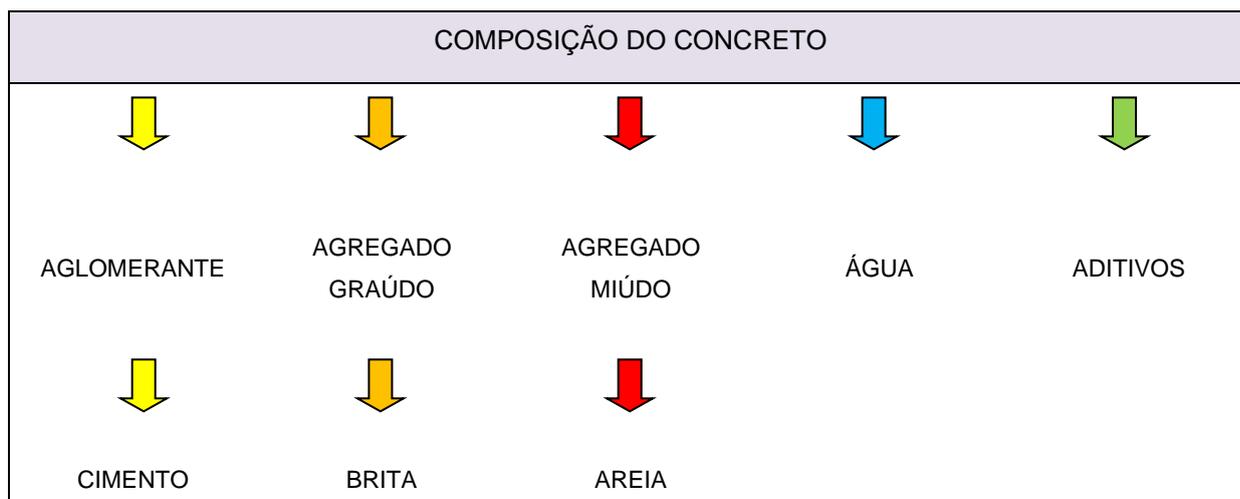


Figura 1 – Estrutura do Concreto, adaptação ABNT - NBR 7212 (2021).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Entre os materiais mais utilizados na construção civil, cita-se o concreto, material aplicado principalmente com função estrutural nas construções. O consumo de concreto é maior que o consumo de alimentos e só perde para o consumo de água (GOMES *et al.*, 2018). De acordo com Mehta e Monteiro (2014), estima-se que são produzidos cerca de 19 bilhões de toneladas de concreto por ano no mundo.

A exemplo do Reino Unido, o consumo de agregado primário fica em torno de 210 milhões de toneladas, sendo que o concreto detém o uso de 43% desse volume (CAN *et al.*, 2016). A literatura afirma que a necessidade de concreto aumentará ainda mais para quase 18 bilhões de toneladas por ano até 2050 (YEONG *et al.*, 2018).

Esse importante volume de concreto produzido no mundo é a principal preocupação pelos quais os impactos ambientais do concreto devem ser identificados. A identificação dos aspectos e impactos será de fundamental importância na tomada de decisão que irá auxiliar para que se reestabeleça o equilíbrio ambiental, que é degradado pelos impactos ambientais gerados por este material.

Para melhor compreender a composição do concreto, é importante falar de uma característica conhecida como traço ou dosagem. O traço ou dosagem do concreto é a determinação da mistura ideal e mais econômica de um concreto, com características capazes de atender às condições de serviço, utilizando os materiais disponíveis na região (RIBEIRO *et al.*, 2011). A água é sempre um fator de relação com o cimento, dependendo do traço a ser utilizado.

De acordo com a NBR 8953 (2015), o concreto pode ser definido de acordo com a sua massa específica e resistência Mpa (Mega Pascal).

Com relação à massa específica, o concreto pode ser definido em três categorias:

- Concreto Normal (C): massa específica em torno de 2000 kg/m<sup>3</sup> e 2800 kg/m<sup>3</sup>.
- Concreto Leve (CL): com massa específica inferior a 2000 kg/m<sup>3</sup>.
- Concreto Pesado (CP): superior a 2800 kg/m<sup>3</sup>.

Em relação à resistência, é classificado como:

- Grupo I: resistência entre 20Mpa e 50 MPa;
- Grupo II: entre 55 Mpa e 100 Mpa.

Conforme a Associação Brasileira de Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC, 2016), além dos concretos tradicionalmente fornecidos pelas empresas concreteiras, existem outros tipos de concreto denominados “especiais”, entre eles podemos citar concreto celular, concreto de alta resistência, concreto pesado, concreto fluido, concreto colorido e concreto rolado.

Segundo Botelho e Marchetti (2018), as três formas de preparação do concreto são a manual, betoneira fixa e em centrais de concreto. Como o foco deste trabalho é o concreto dosado em central, este se trata de uma solução moderna e tende a dominar todo o mercado.

A execução do concreto conta com várias etapas de produção, sendo estas: o recebimento, o armazenamento e a caracterização dos materiais, a dosagem, a mistura, o transporte, o lançamento, adensamento e a cura (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

De uma maneira mais detalha, a Votorantim (2013), exemplifica organização do processo de produção do concreto em 8 etapas: entrada dos materiais, estocagem, moega, ponto de carga, sala de comando, bate lastro, saída e laboratório.

Um esquema de fluxograma do processo de fabricação do concreto usinado usado pela Empresa Votorantim é apresentado na Figura 2.

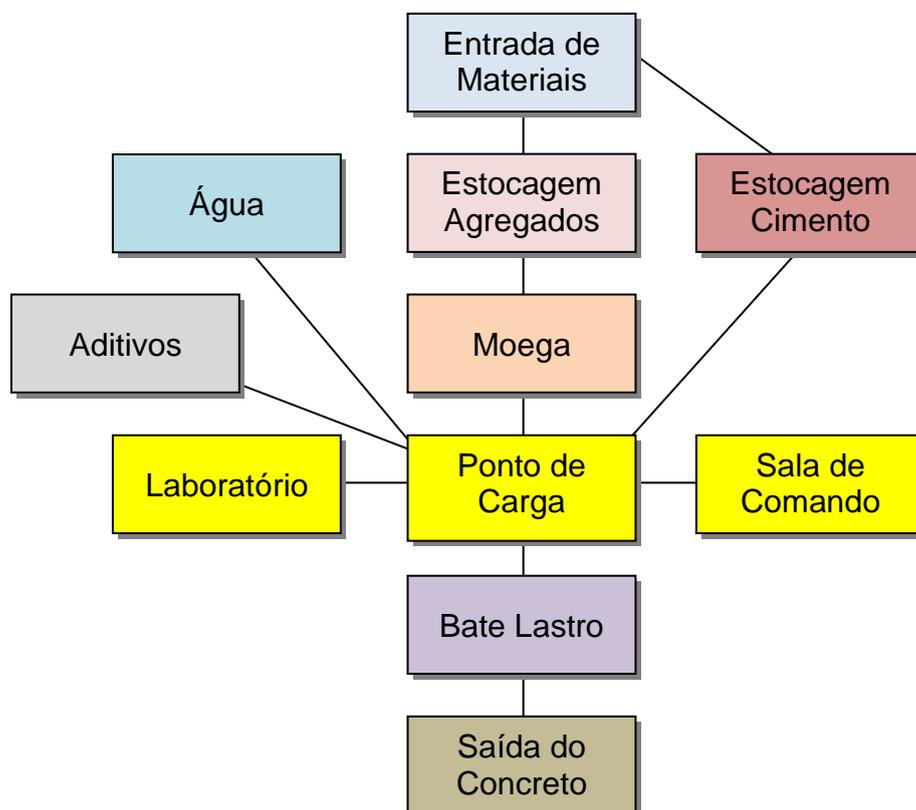


Figura 2 – Esquema de fluxograma do processo de fabricação do concreto.  
Fonte: Adaptado de VOTORANTIM, 2013.

O esquema da Figura 2, foi tomado como base pelo motivo da Votorantim ser uma empresa reconhecimento importante e que serve como referência em nossa região. Conforme a Votorantim (2013), o processo de produção do concreto se organiza da seguinte forma:

a) Inicia com a entrada da matéria-prima na concreteira, esta etapa os materiais são testados por profissionais treinados, em seguida são enviados para serem armazenados em silos ou galpões.

b) Na etapa de estocagem os materiais (areia e brita) ficam depositados em galpões e, após os testes de qualidade, são enviados para a moega. Na moega, o transporte dos agregados para o silo é realizado por uma pá carregadeira e no silo uma esteira abastece as caixas de agregados.

c) Os materiais são transportados para o ponto de carga, estes são separados e pesados na moega de agregados e transportados pela esteira, sendo em seguida carregados em caminhões betoneira. O cimento que cai dos silos localizados acima é misturado com água e aditivos. Esse processo é automatizado e controlado a partir da sala de comando.

d) Assim que os caminhões são carregados, seguem para o bate lastro. Decorrido o tempo e a mistura realizada, o concreto está pronto para ser entregue.

Vale destacar que devido à movimentação de máquinas que transportam os materiais e que como a maioria das esteiras e silos possuem motores, impactos ambientais como ruído, poeira e fumaça são gerados na usina.

Segundo Sealey *et al.*,(2001), a devolução de concreto e a lavagem de pátios e caminhões betoneira são as principais fontes geradoras de resíduos dentro de uma usina.

Os resíduos gerados durante a fase de entrega e lançamento do concreto na obra podem ocorrer devoluções de sobras, que são consideradas como todo o volume de material residual que não foi descarregado, assim como o resíduo de lavagem do lastro, que é caracterizado como o material impregnado no interior dos caminhões betoneira após o descarregamento total do material na obra (VIEIRA *et al.*, 2013).

Quando o caminhão chega à usina de concreto, tem início o processo de lavagem do tambor betoneira, que é preenchido com água. Em seguida é acionada a rotação de seu tambor de modo a se realizar a retirada do concreto residual de seu interior, essa água de lavagem é encaminhada para um tanque de decantação (SEALEY *et al.*, 2001).

Ainda segundo o autor, a lavagem da betoneira se faz necessária devido ao acúmulo de concreto que, ao secar, se adere nas paredes internas da betoneira prejudicando a eficiência deste equipamento na mistura de concretos futuros.

A indústria do concreto utiliza cerca de 800 litros de água, adquiridas de fontes superficiais e subterrâneas, para limpeza de um caminhão betoneira. Neste sentido, a indústria do concreto produziu em torno de 72,3 milhões de metros cúbicos no ano de 2017, o que necessitaria de 9,0 milhões de caminhões betoneiras (ABCP, 2018). Com base nestas colocações, é estimado um volume maior que 7 bilhões de litros da água para lavagem de caminhões betoneira no Brasil.

No decantador os finos de concreto sofrem sedimentação no fundo do tanque enquanto a água é enviada a um tanque secundário, onde fica reservada e passa por análise. Conforme for o resultado da análise, a água tendo as características necessárias pode ser reutilizada para a dosagem de novos concretos. Os finos que ficam no tanque são enviados para aterros sanitários que possuem licenciamento.

Conforme estudos de Tsimas e Zervaki (2011), a água originada da decantação nos tanques apresenta um pH da ordem de 11,5, o que se classifica como um resíduo perigoso, com isso, não é permitido descartar esse material diretamente na rede pública sem antes passar por um processo de tratamento. Conforme afirmam Paula e Ilha (2014), ao se descartar inadequadamente essa água, possivelmente, ocorrerá a contaminação do lençol freático da região, bem como e causará riscos à fauna local.

Somando-se a isso, estudos realizados por Zervaki *et al.* (2013) mostram que o pH influencia diretamente nas propriedades mecânicas do concreto, o que mostra a necessidade de um tratamento dessa água antes da sua reutilização no concreto.

Segundo Tutikian *et al.* (2011), o concreto pode ser produzido a partir de diversos tipos de cimento dependendo da solicitação do cliente e seu uso entre outras variáveis. Em nossa região do estado do Rio Grande do Sul o tipo de cimento mais comum na produção de concreto é o Portland Pozolânico e, por esta razão, será apresentado no item a seguir.

### **2.1.2 Cimento Portland**

A norma NBR 16697 (2018), define cimento Portland como ligante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland, ao qual se adiciona, durante a fabricação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio e adições minerais nos teores estabelecidos nesta Norma.

O consumo de cimento é maior que o de alimentos e o de concreto, só perde para o de água (AGOPYAN, 2014). Segundo a U.S. Geological Survey (2020), estima-se a produção mundial de cimento atingiu valores iguais a 2,3 bilhões de toneladas no ano de 2005, e no ano de 2020, essa produção apresentou valores iguais a 4,1 bilhões de toneladas. Valores que representam o crescimento da indústria do cimento em 15 anos.

No Brasil, dados do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC, 2020) a maior produção foi no ano de 2016, chegando a 100 milhões de toneladas de cimento. Na Tabela 1 é informado pelo SNIC a quantidade de cimento consumido no Brasil no ano de 2020, que é de 60.598.39 toneladas. Entre os consumidores industriais as concreteiras obtêm maior consumo, de 9.627.233 toneladas.

Tabela 1 – Perfil da distribuição do cimento Portland consumido, segundo as regiões geográficas (t).

Canal de Distribuição e de Consumo	Quantidades consumidas nas regiões					
	Norte	Nordeste	C. Oeste	Sudeste	Sul	BRASIL
<b>1. Revendedores</b>	<b>2.809.230</b>	<b>8.990.707</b>	<b>3.963.938</b>	<b>12.659.065</b>	<b>5.156.394</b>	<b>33.579.334</b>
<b>2. Consumidores Industriais</b>	<b>352.069</b>	<b>1.662.203</b>	<b>1.218.401</b>	<b>8.048.774</b>	<b>4.926.287</b>	<b>16.207.734</b>
Concreteiras	198.089	709.655	821.413	4.956.085	2.941.991	<b>9.627.233</b>
Fibrocimento	33.052	139.791	135.021	716.590	606.969	1.631.423
Pré-moldados	39.192	457.212	78.819	1.157.148	261.937	1.994.308
Artefatos	54.141	169.703	115.308	670.033	949.919	1.959.104
Argamassas	27.595	185.842	67.840	548.918	165.471	995.666
<b>3. Consumidores Finais</b>	<b>329.545</b>	<b>1.752.377</b>	<b>512.182</b>	<b>1.408.914</b>	<b>652.168</b>	<b>4.655.186</b>
Construtoras e Empreiteiras	329.505	1.752.313	512.182	1.398.136	645.200	4.637.336
Órgãos Públicos e Estatais	40	64	-	10.778	6.968	17.850
Prefeituras	-	-	-	-	-	-
1. Importação	470	12.656	-	93.848	30.965	137.939
2. Ajustes	217.000	1.378.200	-	4.361.000	62.000	6.018.200
<b>TOTAL BRASIL</b>	<b>3.708.314</b>	<b>13.796.143</b>	<b>5.694.521</b>	<b>26.571.601</b>	<b>10.827.814</b>	<b>60.598.393</b>

Fonte: SNIC, 2020.

O cimento Portland é o principal elemento presente no concreto, tem em suas substâncias características a presença de silicatos de cálcio, com sua origem principalmente no calcário (75% a 80%) e na argila (20% a 25%). Estes dois elementos formam o clínquer. Mais tarde é adicionado o sulfato de cálcio ou gesso (CaSO<sub>4</sub>) e as adições minerais, como fíler, escória ou pozolanas entre outras adições (MEHTA *et al.*, 2008).

A indústria do cimento possui potencial de degradação ambiental, tanto pelo processo de extração do calcário e argila quanto pela emissão de gases poluentes durante o processo produtivo do cimento. Conforme Possan (2019), a indústria cimentícia possui grande responsabilidade em relação à quantidade de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) emitido na atmosfera, isso porque essa indústria é responsável por 7% das emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

Dutta e Maity (2015) também destacam que a indústria do cimento possui um consumo significativo de energia, variando entre 25 e 35% dos custos diretos totais. Conseqüentemente, a indústria está continuamente investigando e adotando tecnologias mais eficientes em termos energéticos para melhorar sua lucratividade e competitividade.

Os cimentos Portland são classificados por seu tipo que correspondem as suas adições e propriedades especiais. São identificados por suas siglas, seguidas de sua classe de resistência (25, 32, 40 ou ARI), acrescidas dos sufixos RS e BC, quando aplicáveis (NBR 16697, 2018). No Tabela 2, segundo a norma NBR 16697 (2018), são apresentados os tipos de cimento e seus limites de composição com valores mínimos e máximos admissíveis na composição de cada tipo de cimento.

Tabela 2 – Limites de Composição e tipos de Cimento Portland.

<b>Tipo de Cimento (Descrição Normalizada)</b>	<b>Sigla</b>	<b>Clínquer + Sulfato de Cálcio (%)</b>	<b>Escória granulada de alto forno (%)</b>	<b>Material Pozolânico (%)</b>	<b>Material Carbonático (%)</b>
Cimento Portland comum	CP I	95 - 10		0 - 5	
	CP I - S	90 - 94	0	0	6 - 10
Cimento Portland composto com escória granulada de alto forno	CP II - E	51 - 94	6 - 34	0	0 - 15
Cimento Portland composto com material pozolânico	CP II - Z	71 - 94	0	6 - 14	0 - 15
Cimento Portland composto com material carbonático	CP II - F	75 - 89	0	0	11 - 25
Cimento Portland de alto forno	CP III	25 - 65	35 - 75	0	0 - 10
<b>Cimento Portland pozolânico</b>	<b>CP IV</b>	<b>45 - 85</b>	<b>0</b>	<b>15 - 50</b>	<b>0 - 10</b>
Cimento Portland de alta resistência	CP V <sup>a</sup>	90 - 100	0	0	0 - 10
Cimento Portland Branco	Estrutural	75 - 100	-	-	0 - 25
	Não Estrutural	CPB	50 - 74	-	26 - 50

Fonte: Adaptado da NBR 16697, 2018.

Silva *et al.* (1999) afirma que cinzas volantes são minerais produzidos a partir da queima de carvão mineral. A Usina Termelétrica de Candiota, RS, produz aproximadamente 1.000.000 toneladas/ano de cinzas, sendo que 80% volantes e 20% pesadas.

Em destaque no Tabela 2, os componentes do cimento Portland CP-IV são: o clínquer, ao qual soma-se o sulfato de cálcio (gesso) que varia de 45% a 85%, o material pozolânico (cinzas volantes) com proporções de 15% a 50%, e o material carbonático (fíler calcário) de 0% a 10%.

O clínquer pode ser considerado o principal componente do cimento. As matérias-primas que constituem o clínquer são o calcário e a argila, ambos obtidos de jazidas em geral situadas nas proximidades das fábricas de cimento (ABCP, 2002). São nódulos de 5 a 25 mm de diâmetro de um material sintetizado, produzido quando uma mistura de matérias-primas (farinha) de composição pré determinada é aquecida a altas temperaturas (AMBROZEWICZ, 2012).

Segundo Gomes *et al.* (2017), a argila é um mineral que apresenta tamanho inferior a 2  $\mu\text{m}$  em uma rocha sedimentar, sendo composta de silicatos de alumínio hidratados, óxido de ferro, alumínio e silício. É um composto de muita importância para o cimento, devido aos vários compostos presentes que são necessários para a fabricação de um clínquer de qualidade.

O sulfato de cálcio di-hidratado (gesso) é adicionado ao clínquer na etapa da moagem com a finalidade de aumentar o tempo de pega. Sem o sulfato de cálcio, endureceria rapidamente ao ser misturado com a água, o que dificultaria a utilização deste. Por esta razão, o gesso está presente em todos os tipos de cimento, com uma proporção em torno de 3%, em massa (ABCP, 2018).

Embora o termo gesso seja comumente usado, é a gipsita que a indústria cimenteira adiciona ao cimento, uma vez que a forma hemi-hidratada do sulfato de cálcio é altamente reativa e responsável pela pega falsa, fenômeno indesejável que resulta quando a água adicionada ao cimento reage com o gesso, recristalizando-o, ao invés de reagir com o cimento (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Conforme a ABCP (2002), os materiais pozolânicos são rochas vulcânicas ou matérias orgânicas fossilizadas encontradas na natureza, certos tipos de argilas queimadas em elevadas temperaturas (550°C a 900°C) e derivados da queima de carvão mineral nas usinas termelétricas, entre outros.

Sendo as cinzas volantes minerais produzidas a partir da queima de carvão para a geração de energia elétrica em usinas termoelétricas, são os resíduos sólidos gerado neste processo que resultam na produção de cinzas volantes e pesadas, sendo que a utilização das cinzas volantes na fabricação de cimentos traz benefícios econômicos e técnicos proporcionados ao produto final.

Segundo Battagin e Battagin (2010), as cinzas volantes (pozolanas) vêm com o objetivo de reduzir o elevado consumo de clínquer devido ao elevado impacto ambiental que é gerado pela sua fabricação, além de contribuírem com o aumento da durabilidade das estruturas de concreto.

Pela NBR 12653 (ABNT, 2014), se destacam alguns itens qualitativos ao uso da pozolana: uma taxa de aumento na resistência, redução de porosidade, aumento da resistência a sulfatos, resistência à difusibilidade de íons cloreto, mitigação da reação álcaliagregado, redução da ocorrência de eflorescências e aumento da resistividade elétrica

Dando ênfase as informações obtidas e na NBR 16697 (2018), na Figura 3 é apresentado em esquema da composição do cimento Portland CP IV.

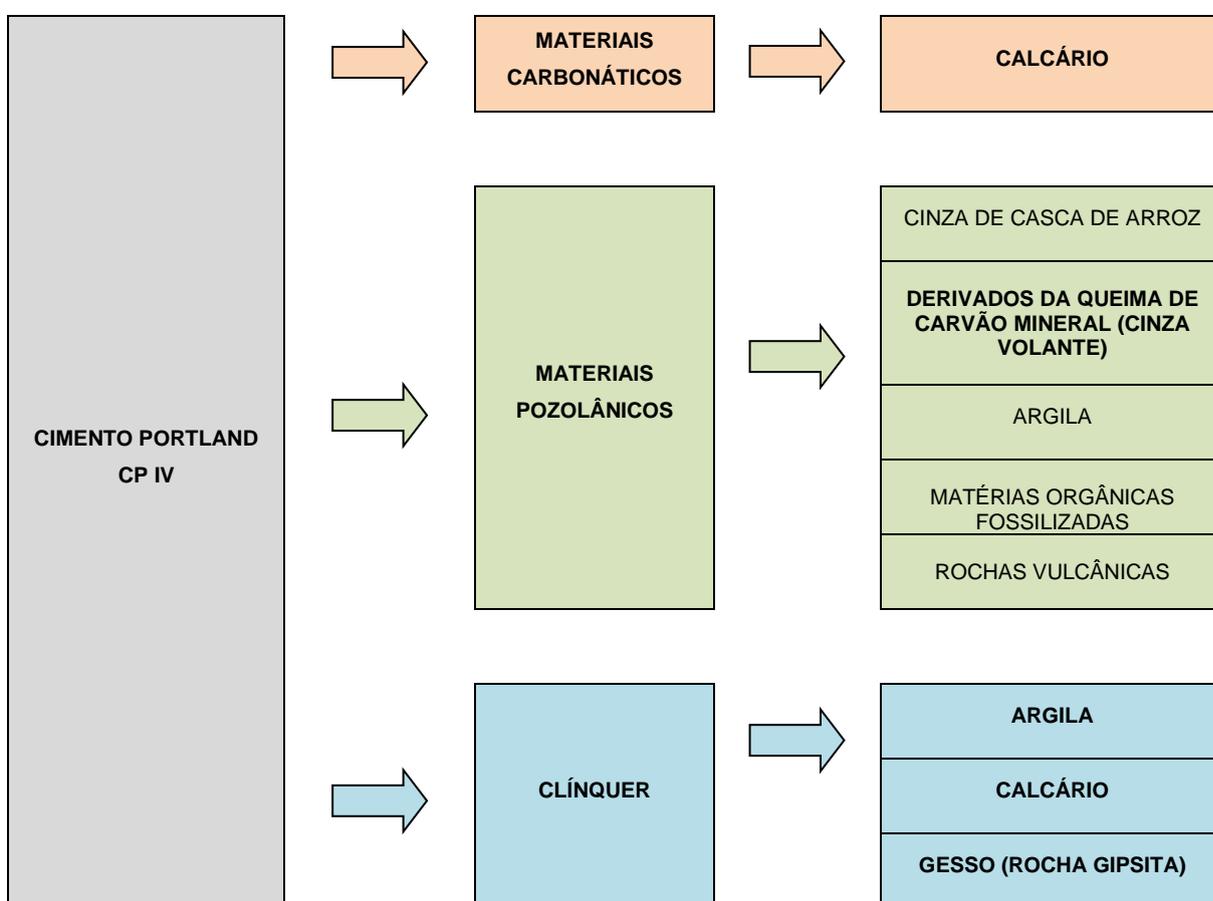


Figura 3 – Materiais que constituem o Cimento Portland CP IV.  
Fonte: Adaptado da NBR 16697, 2018.

Segundo Recena (2011), a produção de cimento do tipo pozolânico, e de outros tipos resistentes a sulfatos, verifica-se diretamente na indústria cimenteira do Rio Grande do Sul, através do alto consumo de cinza volante.

O CP IV é considerado o mais resistente entre os demais cimentos Portland, por conta de dispor de um nível de porosidade bem baixo e dessa forma é ideal para ser usado em construções de estrutura de alta complexidade (GALHARDO, 2014).

Em estudo realizado por Medeiros Júnior *et al.* (2014), o cimento CP IV 32 mostrou um maior ganho de resistência (percentual em relação à idade de 7 dias) com o tempo dentre as demais amostras estudadas. Segundo os referidos autores, esse comportamento é atribuído a reações de hidratação mais lentas, porém progressivas, ocasionadas pela presença de adições pozolânicas no cimento utilizado no concreto.

Com base no que foi colocado, a escolha do cimento Portland CP IV pelas concreteiras gaúchas é uma opção interessante, por ser um produto que satisfaz as exigências do concreto e sua produção no estado diminui os custos com transporte.

No ciclo de vida do cimento, 95% das emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) ocorrem na etapa de produção (HABERT; ROUSSEL, 2009). A queima de combustíveis e a decomposição química das matérias-primas são as principais responsáveis por quase toda a emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na indústria cimenteira concentrando-se na produção do clínquer (HUNTZINGER; EATMON, 2009).

### **2.1.3 Brita**

Hagemann (2011) define pedra brita como um agregado originado da britagem ou diminuição de tamanho de uma rocha maior, que pode ser do tipo basalto, granito, gnaisse, entre outras. A brita (agregado graúdo) é proveniente de rochas, sendo as mais comuns granito e gnaisse (85%), calcário e dolomita (10%) e basalto e diabásio (5%) (OLIVEIRA, 2007).

A norma técnica NBR 7211 (2009), define brita como agregado graúdo cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha 4,75 mm.

A produção de brita no Brasil de acordo com ANEPAC (2021), envolve oficialmente 600 empresas, gerando cerca de 26.000 empregos diretos e com uma produção de 252 milhões de toneladas por ano.

De acordo com Ferreira *et al.* (2006), na etapa mineração da brita esta é extraída a céu aberto por meio do desmonte por explosivos, esse tipo de desmonte pode gerar além de poeira e materiais particulados, gases que incluem o CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, vapor d'água e alguns gases tóxicos, como o CO e o NO<sub>2</sub>. Esses gases tóxicos são gerados quando há uma dosagem inadequada dos explosivos.

Estudos indicam que a brita representa em média, 2% do custo global de uma edificação e 60% do seu volume. Esta é extraída diretamente das jazidas por meio de explosivos e após isso, é beneficiada e transportada aos centros consumidores (LUZ; ALMEIDA, 2012).

#### **2.1.4 Areia**

A NBR 9935 (2011) define a areia como sendo um agregado miúdo originado através de processos naturais ou artificiais de desintegração de rochas ou provenientes de processos industriais. É chamada de areia natural se resultante de ação de agentes da natureza.

Com a definição de Bauer (1994), a areia natural, geologicamente, é um sedimento clástico inconsolidado, de grãos em geral quartzosos de diâmetros entre 0,06 e 2,0 mm. Considerada como material de construção, a areia é o agregado miúdo e precisa ter grãos formados de material consistente, não necessariamente quartzosos.

Os números da areia em território nacional dão uma ideia da dimensão de sua produção. O volume produzido é de 353 milhões de toneladas por ano, tendo 2500 empresas pertencentes ao setor que geram 44.000 empregos (ANEPAC, 2021).

Os principais locais de produção de areia são os leitos de rios, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, arenitos e pegmatitos decompostos. A produção de agregados para a construção civil está disseminada por todo território nacional. Como principais impactos têm-se: contaminação do lençol freático, uso futuro da terra comprometido devido à ocorrência desordenada de áreas alagadas (VALVERDE, 2001).

Segundo Ramadon (2018), na última década, a exploração desse recurso natural prejudicou o meio ambiente, causando assoreamento dos rios e diminuição da população de peixes, bem como a poluição gerada pelo funcionamento das dragas de extração que são movidas a óleo diesel.

A extração de areia proporciona impactos adversos de pequena magnitude e de média duração, porém representa uma atividade de relevante importância socioeconômica, pela geração de emprego e renda, direta e indiretamente. As ações que mais podem gerar impacto negativo dizem respeito à escavação e desmonte das jazidas de areia, uma vez que implicarão em alterações nas características físicas do terreno, bem como provocam a geração de partículas fugientes e a subtração de parte da cobertura vegetal existente (NOBRE FILHO *et al.*, 2012).

A areia utilizada nas edificações apresenta significativa demanda por recursos renováveis nas etapas de extração e beneficiamento, como água, e que são responsáveis pelas maiores quantidades de emissões atmosféricas (44% cada uma). Verifica-se que 99,8% das emissões atmosféricas são oriundas do dióxido de carbono, o CO<sub>2</sub>, o qual, embora não afete diretamente a saúde humana, é um dos gases causadores do aquecimento global e acentuação do efeito estufa (SANTORO; KRIPKA, 2016).

### **2.1.5 Água**

A construção civil consome cerca de 50% dos recursos naturais e, conseqüentemente, se torna também uma das maiores geradoras de resíduos, valendo destacar a água como o recurso mais utilizado nesse espaço (VIEIRA, 2010).

Conforme cita a NBR 15900-1 (ABNT, 2009), de modo geral, em função de sua origem, é possível verificar se a água tratada é adequada ou não para a preparação de concreto, distinguindo os tipos de água em: água de abastecimento público e água de reuso proveniente de estação de tratamento de efluente.

Para que o cimento cumpra sua função de cola na composição do concreto, esta precisa de hidratação. O cimento necessita da água para ser hidratado e se ligar aos agregados, sendo que esta relação dentro do campo técnico é chamada de relação água cimento (a/c) (EL DEBS, 2017).

No caso do concreto, a água aceita para o seu amassamento em geral é a água potável, com exceções, sendo que quantidades excessivas de constituintes inorgânicos e a presença de substâncias orgânicas indesejáveis são prejudiciais ao concreto (NEVILLE, 2016).

O uso da água na construção civil não se resume apenas na que é agregada aos materiais, ela faz parte do processo de produção do concreto desde seu início. No processo de extração das matérias-primas do cimento é utilizada uma importante quantidade de água, como exemplo na extração do calcário, onde esta é utilizada para auxiliar na escavação, lavagem dos equipamentos, resfriamento de caldeiras e obtenção de energia hidroelétrica para os fornos (BORGES *et al.*, 2019).

Nas usinas de concreto a água é fundamental, mas o uso excessivo pelas usinas tem causado impacto ambiental e econômico, por isso há um crescente investimento na busca pela redução do consumo de água que está presente em muitas etapas do processo produtivo do concreto e é também utilizada na lavagem de caminhão betoneira assim que retornam da obra (PAULA; ILHA, 2016).

### **2.1.6 Aditivos**

Os aditivos são produtos adicionados no concreto, com objetivo de modificar as suas características, no estado fresco ou endurecido, como impermeabilidade, redução do calor de hidratação, aumento da durabilidade, maior plasticidade e aumento da resistência inicial (PETRUCCI, 1998).

O aditivo é definido pela NBR 11768-1 (2019) como sendo o produto adicionado e misturado no concreto, em quantidade geralmente não superior a 5% da massa de ligante total contida no concreto. Ainda de acordo com esta norma (NBR 11768-1, 2019), os tipos de aditivos utilizados no concreto são: acelerador de pega (AP), acelerador de resistência (AR), acelerador de pega para concreto projetado (APP), aditivo para concreto vibroprensado (CVP), compensador de retração (CR), controlador de hidratação (CH), incorporador de ar (IA), incorporador de ar para concreto leve (IA-L), modificador de viscosidade retentor de água (MV-RT), modificador de viscosidade antissegregante (MV-AS), redutores de água (RA), redutor de retração (RR), redutor de corrosão (RC), redutor de absorção capilar (RAC) e redutor de permeabilidade (RP).

De acordo Pinheiro (2019), dentre os variados tipos de aditivos, o mais utilizado é o aditivo redutor de água ou plastificante. As principais características deste composto são a redução de água na mistura sem que haja modificação na consistência do concreto no estado fresco e o aumento do abatimento e da fluidez sem adição de água na mistura. Assim, com a relação água cimento reduzida é possível aumentar a resistência do concreto sem modificar a sua consistência.

Concordando, Mota (2017) cita que o volume de redução de quantidade de água chega a três a quatro vezes. Os aditivos ocasionam um aumento de resistência mecânica e durabilidade, atuam como plastificante, melhorando a trabalhabilidade (mistura, lançamento, adensamento e acabamento).

Aïtcin e Flatt (2016) citam que diferentes fórmulas foram desenvolvidas para esta família de aditivos, iniciando-se com os precursores plastificantes de base orgânica, os lignosulfonatos. Este material, também chamado de lignina sulfonada, é obtido como um subproduto do processo de polpação da madeira, para obtenção da celulose. Podem ser obtidos também pela sulfonação de ligninas obtidas por processos Kraft (OLIVEIRA, 2015).

Cerca de 800.000 toneladas desta classe de produto são consumidas anualmente (AÏTCIN E FLATT, 2016). Seu uso não é mais uma questão comercial, mas sim uma questão de progresso, ciência, durabilidade e sustentabilidade (BAUER, 2016).

## **2.2 Aspectos Ambientais, Impactos Ambientais e Avaliação de Impactos Ambientais**

A norma NBR 14.001 (ABNT, 2015), descreve aspecto ambiental como: “um elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização, que interage ou pode interagir com o meio ambiente.” Para Sánchez (2020) as ações são as causas, os impactos são as consequências, enquanto que os aspectos ambientais são os mecanismos ou os processos pelos quais ocorrem as consequências.

Conforme a norma NBR ISO 14.001 (ABNT, 2015), impacto ambiental é: “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”. Tratando-se de nível mundial a conceituação do que seja impacto ambiental sob termos jurídicos datam do período da revolução industrial e esta tem sido alterada de forma dinâmica. Fato que se deve aos diferentes tipos de atividades humanas que podem dar origem a formas de matérias e, ou, energias que afetam o meio ambiente (WARPECHOWSKI DA SILVA *et al.*, 1999).

De acordo com Bitar e Ortega (1998), a definição de Impacto Ambiental está associada à alteração ou efeito ambiental considerado significativo por meio da avaliação do projeto de um determinado empreendimento sendo ele positivo ou negativo. Segundo Sánchez (2020), os impactos ambientais decorrem de uma ação ou de um conjunto de ações ou atividades humanas realizadas em um determinado local.

Simonetti (2010) relata que impacto ambiental é a variação de um parâmetro no ambiente, em função da ação humana, ou seja, é a diferença de um parâmetro ambiental entre a situação sem e com o projeto de engenharia. Impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do meio ambiente, provocadas direta ou indiretamente por atividades humanas podendo afetar a saúde, a segurança, e/ou a qualidade dos recursos naturais (BRASIL, 1986).

Considerando os conceitos citados, é compreensível que impacto ambiental é a transformação, modificação, alteração, provocada pela ação ou ações de uma atividade humana em um determinado local, sendo esta transformação negativa ou positiva.

Conforme Schneider (2003), na indústria da construção civil, os impactos negativos causados pela extração de matéria-prima usada neste setor é de um volume considerável. Mundialmente, os problemas ambientais são causados pela mineração, sendo este setor um dos maiores usuários de energia no globo terrestre. Os impactos provindos do trabalho de mineração são de natureza física, química, biológica e/ou socioeconômica e atingem de maneira direta e indireta o sistema ambiental da área de influência do empreendimento e suas imediações (NOBRE FILHO *et al.*, 2012).

Pinheiro (2002) aponta que os humanos são os únicos capazes de gerar tecnologia e as intervenções humanas sobre o meio natural, derivados de suas atividades, visando suprir suas necessidades produtivas e econômicas. Ainda de acordo com o autor, a intervenção no ambiente sempre ocorreu com a exploração da natureza visando à retirada de matérias-primas para grandes obras de engenharia como túneis, estradas, construções de pontes, viadutos, entre outras.

Ultimamente, em todos os setores da sociedade, é cada vez mais visível a preocupação e a busca de um desenvolvimento voltado para a sustentabilidade, fazendo com que entidades reguladoras, legislativas e governamentais sejam incentivadas a estabelecer quadros legais apropriados ligados a esta questão (ANJOS; TUZZO, 2013). Tendo o poder público o objetivo de zelar pelo meio ambiente, o instrumento utilizado para tal preocupação é o licenciamento ambiental conforme previsto na Política Nacional de Meio Ambiente, instituído pela Lei nº 6.938 (BRASIL, 1981). Esta ferramenta tem como característica ser preventivo e considera-se indispensável para empreendimentos ou atividades potencialmente poluentes.

A Resolução CONAMA nº 237/97, instrumento normativo para o licenciamento ambiental e seus requisitos cita:

I - Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (BRASIL, 1997, p.1).

Antunes (2007) defende que o licenciamento ambiental é o instrumento mais importante para a aplicação do princípio da prevenção de danos ambientais, pois é por seu intermédio que as autoridades públicas podem adotar medidas capazes de evitar danos ambientais ou mitigá-los. De acordo com Granziera (2011), o licenciamento ambiental é um dos mais importantes instrumentos de gestão do meio ambiente e que possui natureza técnica, na medida em que analisa os impactos que um empreendimento provoca.

Vinculada ao licenciamento ambiental, a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) também é um importante instrumento de política e gestão ambiental, tendo sido instituída pela lei 6.938/81 no Brasil e a sua aplicação nacional foi regulamentada pela Resolução CONAMA nº 001/86. O termo “Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)” foi desenvolvido pela primeira vez pelos Estados Unidos baseado em estudos publicados na National Environmental Policy Act – NEPA (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente) no ano de 1969 (MILARÉ, 2011).

Segundo Moreira (1985), a AIA é um conjunto de técnicas que visa certificar uma pesquisa rígida do impacto ambiental da ação proposta e das suas alternativas durante o processo para que os resultados possam ser apresentados ao público e aos responsáveis por tomar a decisão.

A AIA é um instrumento de defesa do meio ambiente, constituído por um conjunto de procedimentos técnicos e administrativos que visam à realização da análise sistemática dos impactos ambientais da instalação ou operação de uma atividade e suas diversas alternativas, com a finalidade de embasar as decisões quanto ao seu licenciamento (FARIAS, 2013).

De acordo com Sánchez (2020), a finalidade da avaliação de impacto ambiental é considerar os impactos ambientais antes de se tomar qualquer decisão que possa acarretar significativa degradação da qualidade do meio ambiente.

Lopes *et al.* (2016), define a AIA como um exercício metodológico para a previsão de potenciais impactos (prognóstico), identificando-os e quantificando-os a partir do conhecimento do meio (diagnóstico) e das características dos empreendimentos (caracterização). Busca-se prever uma situação, que posteriormente deve ser acompanhada, averiguada, para avaliar a previsão inicialmente realizada e os ajustes necessários, em um processo de melhoria contínua.

A aplicação da AIA cumpre, entre outras funções: auxiliar o processo de decisão, prevenindo danos; contribuir com a concepção e planejamento de empreendimentos/atividades, objetivando projetos que causem menor impacto ao meio ambiente; instrumentar a negociação social e instrumentar a gestão ambiental (SÁNCHEZ, 2020).

Conforme Gilbuena *et al.* (2013), a Avaliação de Impacto é um método organizado para identificar e avaliar os impactos positivos e negativos que a implantação de um plano, programa ou projeto pode ter sobre o meio ambiente, considerando seus elementos físicos, biológicos e socioeconômicos. Avaliar significa, em termos genéricos, examinar determinado objeto em estudo, procedimentos, eficácia de resultados, relação custo-benefício e outros a fim de verificar a sua necessidade, validade ou nulidade. Em última análise, a avaliação é uma etapa decisiva no processo de planejamento e para tomada de decisão (MILARÉ, 2014).

Pode-se dividir o processo de AIA em três etapas, cada uma agrupando diferentes atividades: (i) etapa inicial, (ii) etapa de análise detalhada e (iii) etapa pós-aprovação, caso a decisão seja favorável à implantação do empreendimento (SÁNCHEZ, 2020). Na Figura 4 é mostrado o esquema do processo e fases de AIA, desenvolvido por Sánchez (2020).

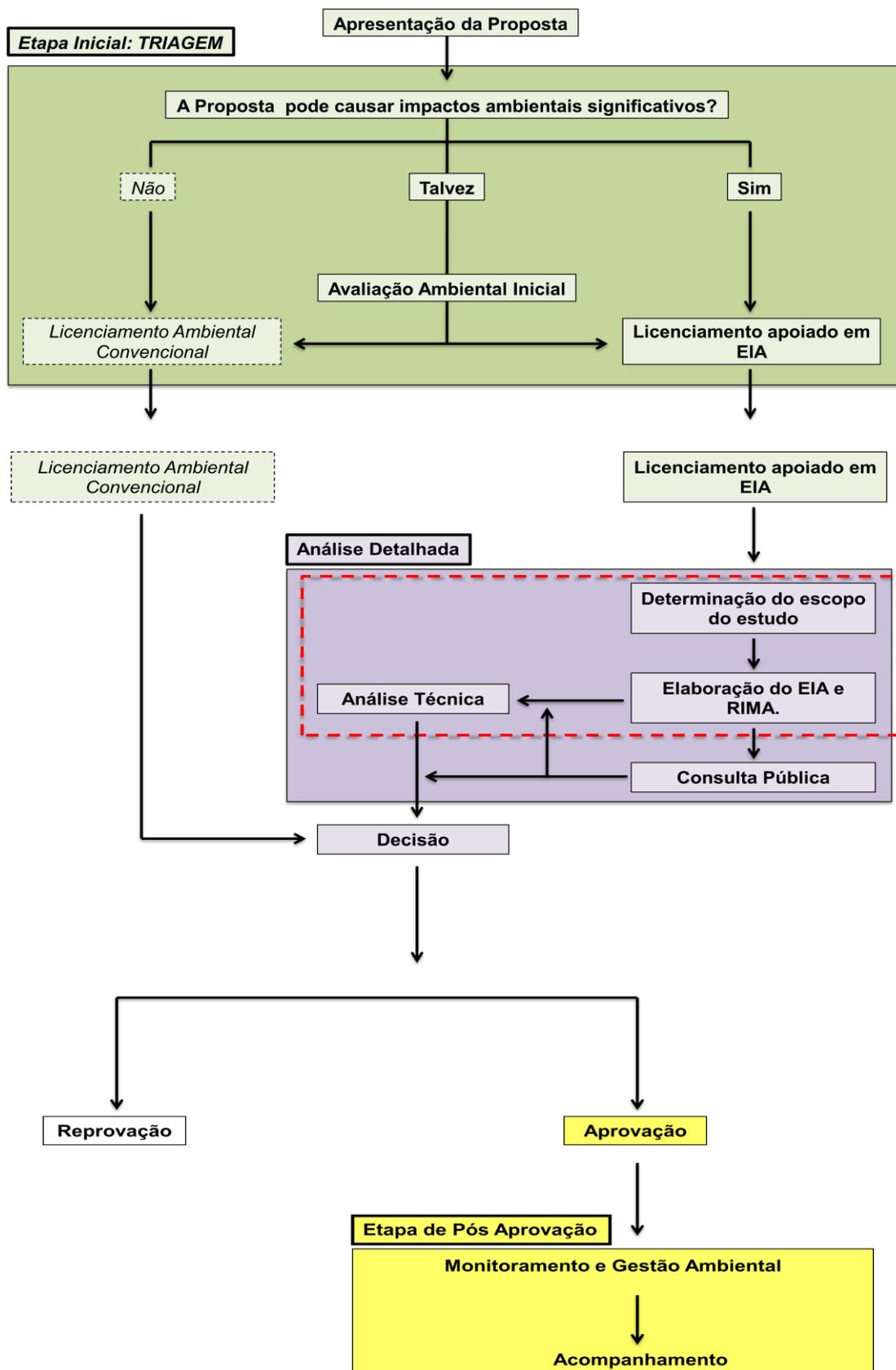


Figura 4 – Esquema do processo e fases da AIA.  
Fonte: SÁNCHEZ, 2020.

As etapas são caracterizadas por Sánchez (2020), da seguinte forma:

- A etapa inicial tem função de determinar se é necessário avaliar de maneira detalhada os impactos ambientais de uma ação proposta.
- A análise detalhada é aplicada somente aos projetos que tenham potencial de causar impactos significativos. Essa análise é composta de uma sequência de atividades, que começam pela definição do conteúdo preciso do EIA e seguem até sua eventual aprovação, por meio de um processo decisório próprio a cada jurisdição.
- Na etapa de pós-aprovação, caso o empreendimento seja implantado, a AIA continua, por meio da aplicação das medidas de gestão preconizadas no EIA e do monitoramento dos impactos reais causados, não mais, portanto, como exercício de previsão de consequências futuras, mas como controle da atividade com o propósito de atingir objetivos de proteção ambiental (SÁNCHEZ, 2020, p.96).

Com base nas informações colocadas, entende-se que a AIA é uma ferramenta que pode garantir uma análise sistemática dos impactos ambientais, amparando os responsáveis técnicos dos órgãos ambientais na tomada de decisão. Com isso dá respaldo na identificação de possibilidades de intervenções no ambiente atendendo à população e ao meio ambiente, gerando medidas de controle e proteção, medidas mitigadoras e compensatórias.

Com a avaliação de impactos ambientais, é possível realizar a previsão dos prováveis efeitos ambientais significativos de uma atividade proposta, antes de se tomar uma decisão, e direcionar o desenvolvimento dos estudos de impactos ambientais (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

A execução dos estudos ambientais e a exigência de licenciamento ambiental obrigatórias na legislação brasileira procuram obter um ambiente saudável e equilibrado para todos e a sustentabilidade das atividades humanas no país.

A Resolução CONAMA nº1 de 1986, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, cita:

Art. 2º Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e da Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA157 em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente (BRASIL, 1986, p.1).

A Resolução CONAMA nº 1 de 1986, (BRASIL, 1986) define como deve ser feita a avaliação de impactos ambientais, criando duas ferramentas novas, respectivamente: o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e definiu em que consiste cada um deles e quando a sua exigência é obrigatória. Tal Resolução identifica o EIA como sendo um estudo técnico elaborado por meio de equipe multidisciplinar, profissional e tecnicamente habilitada para analisar os aspectos físico, biológico e socioeconômico do ambiente. E o RIMA, sendo caracterizado como um relatório resumo dos estudos do EIA, em linguagem objetiva e acessível para não técnicos.

Com isto fica entendido que a necessidade de um EIA, na Avaliação de Impactos Ambientais, vai depender do quanto é significativo o potencial do impacto gerado pela atividade realizada no empreendimento. Corroborando o art. 3º da Resolução CONAMA nº 237 (1997), cita:

Art. 3º. A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual se dará publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação (BRASIL, 1997, p.2).

Na visão de Trennepohl e Trennepohl (2011), o EIA é um estudo que possui um conjunto de informações, análises e propostas destinadas a nortear a decisão do licenciador relativo à viabilidade de instalação e operação de determinado empreendimento ou atividade tendo em vista os potenciais e significativos impactos ambientais a serem causados.

Segundo o artigo nº 5, Resolução CONAMA nº1 de 1986 (BRASIL, 1986):

O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

- I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;
- II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;
- III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;
- IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade (BRASIL, 1997, p.2).

Segundo Sánchez (2020), um EIA pressupõe que as ações humanas sejam planejadas, sendo usualmente descritas em documentos, como projetos de engenharia, memoriais descritivos, plantas etc.

### **2.3 Identificação de Aspectos e Impactos Ambientais**

Para identificar impactos se faz necessário conhecer bem suas causas – as atividades do projeto a ser analisado. Por esse motivo deve ser elaborada uma lista das atividades que compõem o empreendimento, a mais detalhada possível, de maneira a mapear todas as possíveis causas de alterações ambientais. (SÁNCHEZ, 2020). Para a identificação dos principais aspectos e impactos deve-se, inicialmente, selecionar todas as atividades, produtos e serviços relacionados ao empreendimento, de modo a separar o maior número possível de impactos ambientais gerados, reais e potenciais, benéficos e adversos, considerando, sempre, se são ou não significativos.

Conforme descrito por Sánchez (2020), identificar impactos equivale a formular hipóteses sobre as modificações ambientais direta ou indiretamente causadas pelo projeto em análise. Ainda segundo o autor, ao enunciá-los, pode-se orientar as etapas seguintes do planejamento e da preparação do EIA.

Para a realização da identificação de aspectos e impactos ambientais são utilizadas metodologias que ajudarão a equipe técnica na realização do EIA. Bisset (1992) define métodos de identificação de aspectos e impactos como mecanismos estruturados para identificação, comparação e organização de dados sobre impactos ambientais, permitindo que as informações sejam apresentadas em diversos formatos visuais para que possam ser interpretadas pelos responsáveis na tomada de decisão e pelos membros do público. Os métodos de identificação de impacto são instrumentos que têm por objetivo identificar, avaliar e sintetizar os impactos ambientais de determinado projeto ou programa (FOGLIATTI *et al.*, 2004).

Existem muitos métodos utilizados para identificação de impacto ambiental, os quais são utilizados para padronizar e facilitar o manuseio do ambiente. Esses métodos podem ser associados conforme as atividades mais apropriadas para seu uso. Dentre eles destacam-se: AD HOC, Listas de Verificação, Matrizes de Interação, Redes de Interações, Superposição de Cartas, Modelos de Simulação, Metodologias Quantitativas (WESTMAN,1987).

De acordo com Sánchez (2020), Listas de verificação, matrizes e redes de interação são ferramentas comuns para auxiliar a identificação de impactos e a comunicação dos resultados. Cada ferramenta tem suas vantagens e limitações, sendo que as matrizes de diferentes estruturas predominam. Na sequência são apresentados os principais destes métodos.

### **2.3.1 Listas de Verificação**

As Listas de Verificação são documentos que relacionam ações para o desenvolvimento de atividades, análises, controles ou auditorias a serem executadas, garantindo qualidade, aumento de segurança ou redução de falhas. Normalmente, as listas são estabelecidas em manuais, guias, procedimentos ou instruções, com o objetivo de orientar, padronizar e registrar essas ações e providências (IBAMA, 2016).

Conforme Moraes e D´Aquino (2016), com a aplicação deste método tem-se a possibilidade de melhor compreender as informações, que serão usadas na avaliação qualitativa dos impactos mais importantes, onde existe qualidade no acesso às informações e ajudam a definir o que é prioridade.

São instrumentos práticos e fáceis de usar. Há diferentes tipos de listas. Algumas arrolam os impactos mais comuns associados a certos tipos de projetos (Sánchez, 2020). Ainda segundo o autor, a lista de verificação pode trazer, por exemplo, uma caracterização dos impactos mais comuns ou listas de efeitos e impactos decorrentes (Tabela 3).

Tabela 3 – Exemplo de Lista de Verificação de um empreendimento de mineração.

<b>Principais efeitos e aspectos ambientais por um empreendimento de mineração</b>	<b>Principais impactos ambientais decorrentes por um empreendimento de mineração</b>
<b>Físico</b>	<b>Meio Físico</b>
Alteração das características de solo (estrutura, compactação e etc.)	Alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas
Alteração da topografia local	Alteração do regime de escoamento das águas subterrâneas
Alteração da rede hidrográfica	Alteração da qualidade do ar
Aumento da erosão	Alteração da qualidade do solo
Aumento da carga de sedimentos nos corpos d'água	Alteração das qualidades climáticas locais
Geração de estéreis	
Geração de rejeitos	
Geração de resíduos sólidos	
Dispersão de gases e poeira	
Emissão de ruído	
Emissão de vibrações e sobrepressão atmosférica	
Disposição de efluentes líquidos	
Rebaixamento ou elevação do nível freático	
Subsidência	
Aumento de riscos de escorregamento de taludes	
<b>Bióticos</b>	<b>Meio Biótico</b>
Interferência sobre processos bióticos nos corpos d'água	Alteração ou destruição de habitats terrestres
Eutrolização de corpos d'água	Alteração de habitats aquáticos
Bioacumulação de poluentes	Redução da produção primária
Fragmentação da cobertura vegetal	Diminuição da disponibilidade de nutrientes
Perda de cobertura vegetal	Diminuição da produtividade dos ecossistemas
	Deslocamento de fauna
	Perda de espécies de fauna
	Criação de novos ambientes
	Proliferação de Vetores
<b>Antrópicos</b>	<b>Meio Antrópico</b>
Modificação da infraestrutura de serviços	Impacto visual
Deslocamentos de assentamentos humanos	Desconforto ambiental

Tabela 3 – Exemplo de Lista de Verificação de um empreendimento de mineração

(Continuação)

<b>Principais efeitos e aspectos ambientais por um empreendimento de mineração</b>	<b>Principais impactos ambientais decorrentes por um empreendimento de mineração</b>
<b>Antrópicos</b>	<b>Meio Antrópico</b>
Indução de fluxos migratórios	Riscos à saúde humana
Modificação de uso das formas de uso do solo	Substituição de atividade comercial
Alteração ou destruição de sítios de interesse cultural ou turístico	Incremento de atividade social
Aumento do tráfego de veículos	Aumento de preços locais
Aumento da demanda de bens de serviço	Aumento da população
Aumento da oferta de empregos	Sobrecarga da infraestrutura de serviços
	Expansão da infraestrutura local e regional
	Perda de patrimônio cultural
	Perda de referências espaciais à memória e à cultura popular
	Redução da diversidade cultural
	Alteração dos modos de vida tradicionais
	Alteração das relações socioculturais
	Limitação das opções de uso do solo
	Aumento da arrecadação tributária

Fonte: Adaptado de SÁNCHEZ, 2020.

A aplicação deste método realiza a comparação entre os componentes impactantes e os impactos ambientais, deixando clara quando comparado “causa x efeito” das atividades.

Esta metodologia, quando utilizada isoladamente, deve desenvolver a AIA (Avaliação de Impacto Ambiental) de forma simples, de fácil interpretação e de maneira dissertativa. A referida metodologia (listas de verificação) é adequada às situações com escassez de dados e quando a avaliação deve ser disponibilizada em um curto espaço de tempo (CARVALHO; LIMA, 2010).

Conforme o modelo (Tabela 4) elaborado por Rodrigues (1998), trata-se de um método de listas de verificação um pouco mais simples, podendo ser adaptada a vários tipos de especificidades, através da inclusão de outros atributos ou variáveis. Na coluna localizada do lado esquerdo da tabela são identificados os impactos ambientais separados por categorias. Do lado direito, encontram-se as colunas com as fases do empreendimento (planejamento, construção e operação). Nas células assinaladas com um “X” revela que o impacto é gerado por alguma atividade naquela fase do empreendimento e pode ser relacionado em mais de uma fase.

Tabela 4 – Lista de Verificação empregada na avaliação de impactos ambientais de uma usina termelétrica.

Categoria: Fator ambiental	Fases de projeto		
	Planejamento	Construção	Operação
<b>1. Ruído</b>			
a. Alteração do nível local		X	X
<b>2. Relevô</b>			
a. Alteração do relevo		X	
<b>3. Recursos Hídricos</b>			
a. Alteração dos níveis de turbidez		X	X
b. Carregamento de sólidos para o rio		X	X
c. Alteração da qualidade da água		X	X
d. Redução da oferta hídrica à jusante			X
<b>4. Qualidade do ar</b>			
f. Alteração da qualidade do ar			X
<b>5. Resíduos Sólidos</b>			
a. Disposição de resíduos sólidos			X
<b>6. Relevô / Fauna</b>			
a. Supressão da cobertura vegetal		X	
b. Alteração da fauna		X	X
c. Perturbação de Hábitats		X	X
d. Alteração da biota aquática		X	X
<b>7. Impactos Socioeconômicos</b>			
a. Expectativa social	X		
b. Insegurança da população atingida	X		
c. Geração de empregos		X	X
d. Dinamização da economia local		X	X
e. Aumento das demandas sociais (1)		X	
f. Desvalorização de propriedades		X	

Tabela 4 – Lista de Verificação empregada na avaliação de impactos ambientais de uma usina termelétrica.

(Continuação)

Categoria: fator ambiental	Fases de Projeto		
	Planejamento	Construção	Operação
<b>7. Impactos Socioeconômicos</b>			
g. Aumento de tráfego das cidades		X	
h. Interferência com patrimônio (2)		X	
i. Alteração da paisagem			X
j. Restrição do uso do solo			X

(1) Lazer, Saúde e Habitação

(2) Histórico, Cultural e Arqueológico

Fonte: Adaptado de RODRIGUES, 1998.

De acordo com Rodrigues (1998), este tipo de lista pode ser importante para a avaliação das implicações do projeto, constituindo-se numa lista inicial para uma formulação mais elaborada. Serve também para diagnosticar ambientalmente uma área de influência.

Na Tabela 5 é apresentada uma lista de verificação criada quando do início da AIA na África do Sul, elaborada pelo DEA - Department of Environment Affairs (1992). A lista identifica as características ambientais que podem ser potencialmente afetadas por ações de desenvolvimento, ou que podem colocar restrições significativas em um empreendimento proposto. O efeito que um desenvolvimento pode ter sobre um atributo ambiental pode ser positivo ou negativo.

A proposta desta lista de verificação é a possibilidade de utilizá-la como referência quando no preparo da documentação ambiental, auxiliando na consideração de possíveis efeitos ambientais de acordo com a atividade analisada.

Tabela 5 – Extrato da Lista de Verificação Genérica desenvolvida pelo DEA (1992).

<b>Características físicas do sítio e de seus arredores</b>	
O desenvolvimento proposto poderia ter um impacto significativo ou ser restringido por algum dos itens a seguir?	
<b>Terra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- a natureza da superfície (por exemplo, superfícies desgastadas pelo tempo)</li> <li>- a natureza do substrato (por exemplo, rocha, depósito de solo)</li> <li>- leito rochoso instável ou linhas de falha</li> <li>- atividade sísmica</li> <li>- declive do terreno</li> <li>- alagamento de depressões</li> <li>- a ligação ou ligação de solos</li> <li>- estabilidade do site</li> <li>- subsidência de superfície</li> <li>- resistência à compressão de solos</li> <li>- taxas de erosão ou localização por vento ou água</li> <li>- o potencial dos solos para serem usados para fins agrícolas formais / informais</li> <li>- o potencial dos solos a serem usados para fins comerciais</li> <li>- acesso a depósitos minerais</li> <li>- a disponibilidade ou acesso a materiais de construção, como rocha e cascalho</li> <li>- a disponibilidade de solo superficial ou material de enchimento</li> <li>- a gestão de excesso de solo ou material estragado</li> <li>- características geológicas ou físicas únicas</li> <li>- dunas de areia móveis</li> <li>- característica de paisagem proeminente</li> <li>- degradação física existente do meio ambiente local</li> </ul>
<b>Sistemas de água doce</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- riachos ou canais de rios</li> <li>- fluxo do rio</li> <li>- padrões de drenagem naturais</li> <li>- padrões de drenagem projetados</li> <li>- limitações de drenagem</li> <li>- o lençol freático</li> <li>- escoamento como resultado do endurecimento das superfícies ou perda do efeito esponja da vegetação</li> <li>- capacidade de absorver o escoamento</li> <li>- mudanças nas planícies de inundação</li> <li>- a qualidade ou quantidade das águas superficiais, subterrâneas ou de abastecimento público de água</li> <li>- valor de conservação ou recreativo de rios, riachos, lagos, pântanos, represas ou ilhas</li> <li>- ameaças ao funcionamento hidrológico por meio de existentes ou alterados: Poluição, turbidez, salinidade, processos químicos ou balanços de nutrientes, mudanças nos fluxos de sedimentos e taxas de assoreamento, canalização, construção de represamento e extração de água.</li> </ul>

Tabela 5 – Extrato da Lista de Verificação Genérica desenvolvida pelo DEA (1992).

(Continuação)

<b>Características físicas do sítio e de seus arredores</b>	
O desenvolvimento proposto poderia ter um impacto significativo ou ser restringido por algum dos itens a seguir?	
<b>Sistemas marinhos e estuarinos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- características costeiras proeminentes, como falésias costeiras</li> <li>- processos existentes ou alterados, como:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Ação das ondas e marés, deposição / remoção de areia, taxas e padrões de sedimentação, turbidez, salinidade e processos químicos ou balanços de nutrientes.</li> </ul> </li> <li>- ecossistemas inerentemente instáveis, como dunas de areia móveis</li> <li>- fontes de areia, como dunas móveis de areia</li> <li>- costas rochosas e arenosas</li> <li>- o fundo do mar e áreas subtidais</li> <li>- ilhas costeiras</li> <li>- funcionamento dos sistemas estuarinos</li> <li>- foz do rio</li> </ul>
<b>Clima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- força, direção e frequência do vento</li> <li>- frequência de inundações</li> <li>- padrões de precipitação</li> <li>- flutuações de temperatura ou umidade</li> <li>- intensidade de inversões</li> <li>- dispersão ou influxo de poluentes</li> <li>- aquecimento global e aumento do nível do mar</li> </ul>

Fonte: Adaptado de DEA, 1992.

Para citar o exemplo foi utilizado somente o extrato da lista de verificação que considera as características físicas. Neste tipo de lista de verificação o analista deve responder sim ou não para a pergunta em relação à característica e, sendo a pergunta afirmativa, esta característica mantém-se na lista. A partir disso então, parte-se para a identificação dos impactos associados.

Segundo DEA (1992), embora na lista de verificação estejam incluídas as principais características e ligações que devem ser consideradas pelo analista ou planejador ambiental, o usuário deve estar ciente de que outras características, significativas para uma situação particular, podem ocorrer.

Visto isso, as listas de verificação podem apresentar variadas formas, podem ser simples listas de impactos ambientais até complexos inventários que podem incluir escala e significância de cada impacto sobre o meio ambiente.

### **2.3.2 Matrizes de Interação**

A matriz de interação surgiu na tentativa de complementar as falhas do método de listas de verificação, a qual compõe uma relação de controle bidimensional entre os efeitos e impactos ambientais (CREMONEZ *et al.*, 2014).

De acordo com Sánchez (2020), a matriz de interação talvez seja o tipo de ferramenta mais comum para identificação dos impactos, que somente têm esse nome por sua forma, pois são compostas de duas listas, dispostas em linhas e colunas. Em uma delas são elencadas as atividades do projeto e na outra são apresentados os componentes do sistema ambiental, ou processos ambientais que poderão ser afetados pelo empreendimento. O objetivo é identificar as interações possíveis entre as atividades do projeto e os componentes do ambiente, e depois, identificar os impactos associados. Ou seja, não é um método que informa os impactos diretamente, mas sim as interações entre ações do empreendimento e componentes do meio que poderão gerar impactos significativos.

Nas considerações de Moraes e D'Aquino (2016), ressalta-se que a matriz de interação fornece uma oportunidade de comparar várias opções de influência compreendendo os meios físicos, biológicos e socioeconômicos.

As matrizes são formadas por linhas e colunas que formam quadros informativos sobre os impactos ambientais de um empreendimento ou atividades humanas (CUNHA; GUERRA, 2007).

De acordo com Pereira e Bórem (2007), a matriz de interação é vista como um método simples, mas de vasta importância na orientação dos estudos. Segundo os autores, a vantagem desse método é que ele possibilita a comparação entre vários meios de intervenção e é muito abrangente, pois engloba o meio físico, biológico e socioeconômico. E as desvantagens é a subjetividade, a falta de avaliação da frequência das interações e a impossibilidade de fazer projeções no tempo.

Conforme Sánchez (2020), a Matriz de Leopold (Figura 5) foi uma das primeiras ferramentas no formato de matriz feita para avaliar os impactos ambientais. A matriz é composta do cruzamento de 88 componentes (ou fatores) ambientais e 100 ações potencialmente alteradoras do ambiente, resultando em 8.800 quadrículas. Em cada uma dessas quadrículas são indicados algarismos que variam entre 1 e 10, correspondendo, respectivamente, à magnitude e à importância do impacto. O canto superior esquerdo da célula é marcado a magnitude, e a importância é assinalada no canto inferior direito.

Componentes Ambientais	Atividades do Projeto								
	Sítios Industriais e Edifícios II B.	Estradas e Pontes II B.d.	Linhas de Transmissão II B.h	Detonação e Perfuração II C.a.	Escavações de Superfície II C.b.	Processamento de Minério II D.f.	Transporte por Caminhões II G.c	Disposição de Rejeitos II H.c.	Vazamentos II J.b.
A.2.d. Qualidade da Água					2 2	1 1		2 2	1 4
A.3.a. Qualidade da atmosfera						2 3			
A.4.b. Erosão		2 2			1 1			2 2	
A.4.c. Sedimentação		2 2			2 2			2 2	
B.1.b. Arbustos					1 1				
B.1.c. Gramíneas					1 1				
B.1.f. Plantas Aquáticas					2 2			2 3	1 4
B.2.c. Peixes					2 2			2 2	1 4
C.2.e. Camping e caminhadas					2 4				
C.3.a. Vistas Cênicas e Paisagens	2 3	2 1	2 3		2 3		2 1	3 3	
C.3.b. Qualidade do Ambiente Selvagem	4 4	4 4	2 2	1 1	3 3	2 5	2 5	3 5	
C.3.h. Espécies Raras e Importantes		2 5		5 10	2 4	5 10	5 10		
C.4.b. Saúde e segurança							3 3		

Figura 5 – Extrato da Matriz de Verificação de Leopold.  
Fonte: Adaptado de SÁNCHEZ, 2020.

Para Leopold (1971), os impactos apresentam dois atributos principais: magnitude (grandeza em escala espaço temporal da interação das ações) e importância (intensidade do efeito na área de influência do empreendimento ou fora dele, correspondente ao fator ambiental).

A proposta da Matriz de Leopold é determinar as possíveis interações entre os componentes ambientais e as atividades do projeto, para que com isso seja possível ponderar a magnitude e a importância de cada impacto. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou normativa, pois se refere ao grau de alteração provocado pela atividade sobre o componente ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou empírica, uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto (COSTA *et al.*, 2005).

Na Tabela 6 é apresentada uma variação deste método (BARROS *et al.*, 2017), o qual busca a relação entre os impactos relacionados, as ações em cada fase do empreendimento e qual o potencial do impacto em cada meio.

Tabela 6 – Matriz de Interação para a identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais – fases de instalação, operação e desativação.

FASES	IMPACTOS AMBIENTAIS														
	Ações do empreendimento			FÍSICO			BIÓTICO			SOCIOECONÔMICO					
	Erosão e assoreamento (-)	Alteração das águas superficiais (-)	Alteração qualidade do ar (-)	Alteração qualidade dos solos (-)	Alteração qualidade sonora (-)	Perda de espécies terrestres (-)	Proliferação de vetores (-)	Perda de espécies aquáticas (-)	Mercado de bem consumo (+)	Qualidade de vida (+)	Tráfego de veículos (-)	Impacto visual (-)	Desconforto Ambiental (-)	Riscos à saúde humana (-)	Aumento da arrecadação (+)
Instalação	Aquisição de Bens									E					E
	Contratação de mão de obra									E					E
	Abertura de vias de acesso	P	P	E	E	E	E				E	E		E	E
	Desmate para áreas úteis	P	P	P	P		E	E	P			E	E	P	
	Instalação de Estruturas	P	P	P	E	E	E	E	P		E	E	E	P	
Operação	Retirada da areia	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	Estocagem	E	E		E		E	P	P			E	E		
	Drenagem	E	E		E			E				E	E		
	Peneiramento		E		E			E				E	E		
	Carregamento	E		E	E	E	E		P		E	E	E	E	
Transporte			E	E	E	P	P			E	E	E	E	E	
Desativação	Retirada de objetos artificializados						P				P	P	P	P	
	Demolições de instalações construídas		P	P	P	P	P	P				P		P	
	Recuperar as áreas afetadas											P	P		P
	Instalação de estruturas contra erosão						P					P			
	Subsolagem de solos compactados	P	P	P	P	P	P	P				P			

Fonte: Adaptado de BARROS *et al.*, 2017.

Neste método (Tabela 6), o autor utiliza a letra (E), para os impactos efetivos e a letra (P) para impactos Potenciais. Na parte superior da tabela onde estão relacionados os impactos, estes são avaliados como (+) Impacto Positivo e (-) Impacto Negativo. Como resultado é possível saber o número de impactos identificados, quantos são efetivos ou potenciais e quantos são positivos ou negativos. Também é possível entender qual etapa é a mais impactante e que quantidade de impactos existe em cada meio.

Desta forma, entende-se que as matrizes são metodologias de identificação de aspectos e impactos, que utilizam o formato de tabelas e podem ser aplicadas também para realizar a interação entre atividades do empreendimento e as características ambientais.

### **2.3.3 Diagramas ou Redes de Interação**

Para Sánchez (2020), o diagrama é outro método para identificar impactos e utilizar o raciocínio lógico-dedutivo, por meio do qual, a partir de uma ação, inferem-se seus possíveis impactos ambientais.

Segundo Cremones (2014), com essa metodologia, consegue-se definir grande número de impactos ambientais baseando-se em uma interferência em especial sendo apresentada através de gráficos.

É similar a um fluxograma e possibilita estabelecer uma relação de causa (ação antrópica), efeito inicial (alteração ambiental inicial – impacto direto) e efeitos posteriores (cadeia de reações posteriores ao impacto direto - impactos indiretos) (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Para Sánchez (2020), diagramas causais podem ajudar a superar algumas dessas deficiências, embora tenham outras limitações. Esquemas chamados diagramas ou redes de interação, que indicam as relações sequenciais de causa e efeito (cadeias de impacto) a partir de uma ação impactante.

Conforme o diagrama apresentado na Figura 6, Sánchez (2020) observa consequências da urbanização sobre o processo de escoamento de águas superficiais. A urbanização também causa outras modificações ambientais, sobre o microclima, a fauna e outros processos e componentes ambientais, de modo que outras relações poderiam ser acrescentadas.

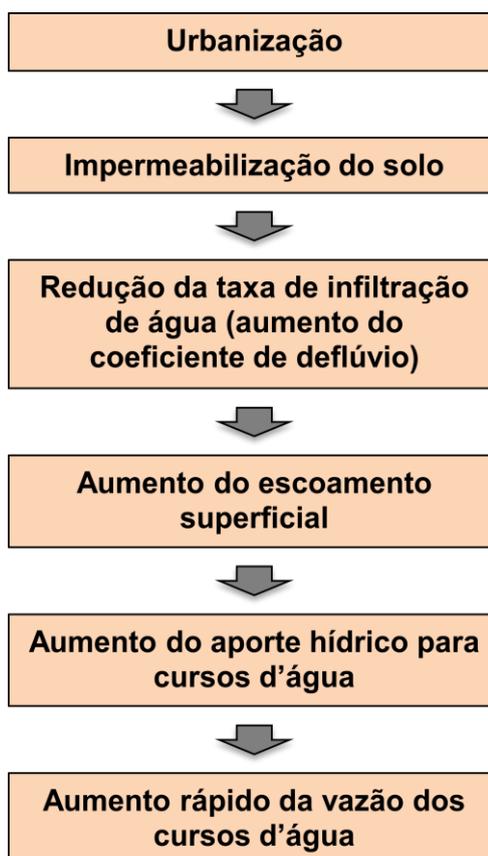


Figura 6 – Diagrama de interação indicando as consequências do processo de urbanização sobre os processos de escoamento das águas superficiais.

Fonte: Adaptado de SÁNCHEZ, 2020.

No modelo de Rede de Interação apresentado na Figura 7 foram executados em três níveis: no nível primário os impactos foram analisados em matrizes quanti-qualitativa, nos níveis secundário e terciário o foco foi nas medidas mitigadoras e compensatórias. Para melhor identificação das indicações, foram usadas linhas coloridas de distintos formatos, sendo que cada cor e formato representa a saída da caixa correspondente.

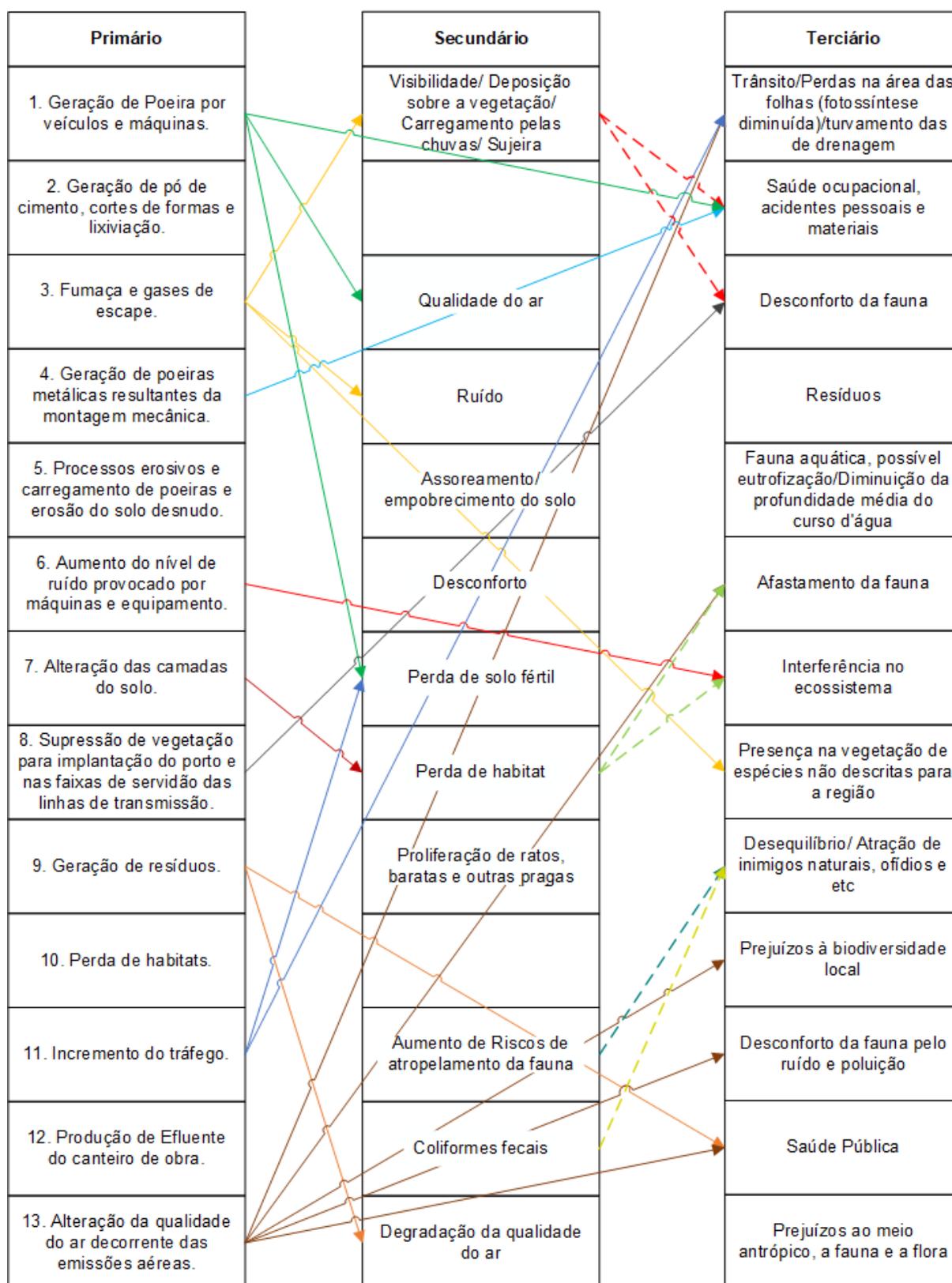


Figura 7 – Rede de Interação (Fase de Construção).

Fonte: Adaptado de MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA, 2000.



Neste modelo (Figura 7), visualiza-se que nas células da coluna primária é onde ocorre à saída de maior número de setas, representam os impactos ambientais mais interativos durante a fase de construção: geração de poeira, fumaça e gases de escape e alteração da qualidade do ar decorrente das emissões aéreas.

De acordo com Finucci (2010) os componentes ambientais estão interconectados e formam redes a partir da identificação dos efeitos, os quais se desdobram em diversos fatores causadores, que desencadeiam impactos ambientais iniciais.

### **3 Metodologia**

#### **3.1 Descrição das matérias-primas que compõem o concreto**

Nesta etapa foram relacionadas às matérias-primas que integram a composição do concreto, para realizar a relação destes materiais foi feita pesquisa em normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, (NBR 7212, 2021 e NBR 16697, 2018), artigos, sites e literatura técnica da área de engenharia e construção civil.

Vale ressaltar que para a análise deste trabalho, foi utilizado como referência para a pesquisa o cimento Portland pozolânico CP-IV. A escolha desta variedade de cimento Portland se deu pelo fato de o estudo abranger o estado do Rio Grande do Sul. Esse tipo de cimento é fabricado no estado e consumido em grandes quantidades pelas concreteiras gaúchas, o consumo elevado deste tipo de cimento se deve a farta disponibilidade de cinza volante, matéria prima fundamental no cimento CP IV.

A identificação das matérias-primas do concreto se faz necessária para que se elabore a pesquisa na fase de extração de cada um dos recursos naturais e estudos das demais etapas. Esta pesquisa teve como embasamento artigos, sites e livros que auxiliaram a descrever cada processo individualmente.

### 3.2 Etapas Metodológicas

Pretendendo uma melhor organização e entendimento dos estudos realizados, foi adotado o esquema de fluxograma, o método de estudo deste trabalho foi dividido em seis (6) etapas.

Para demonstrar de forma mais clara e objetiva é apresentado o esquema adotado no fluxograma na Figura 8:

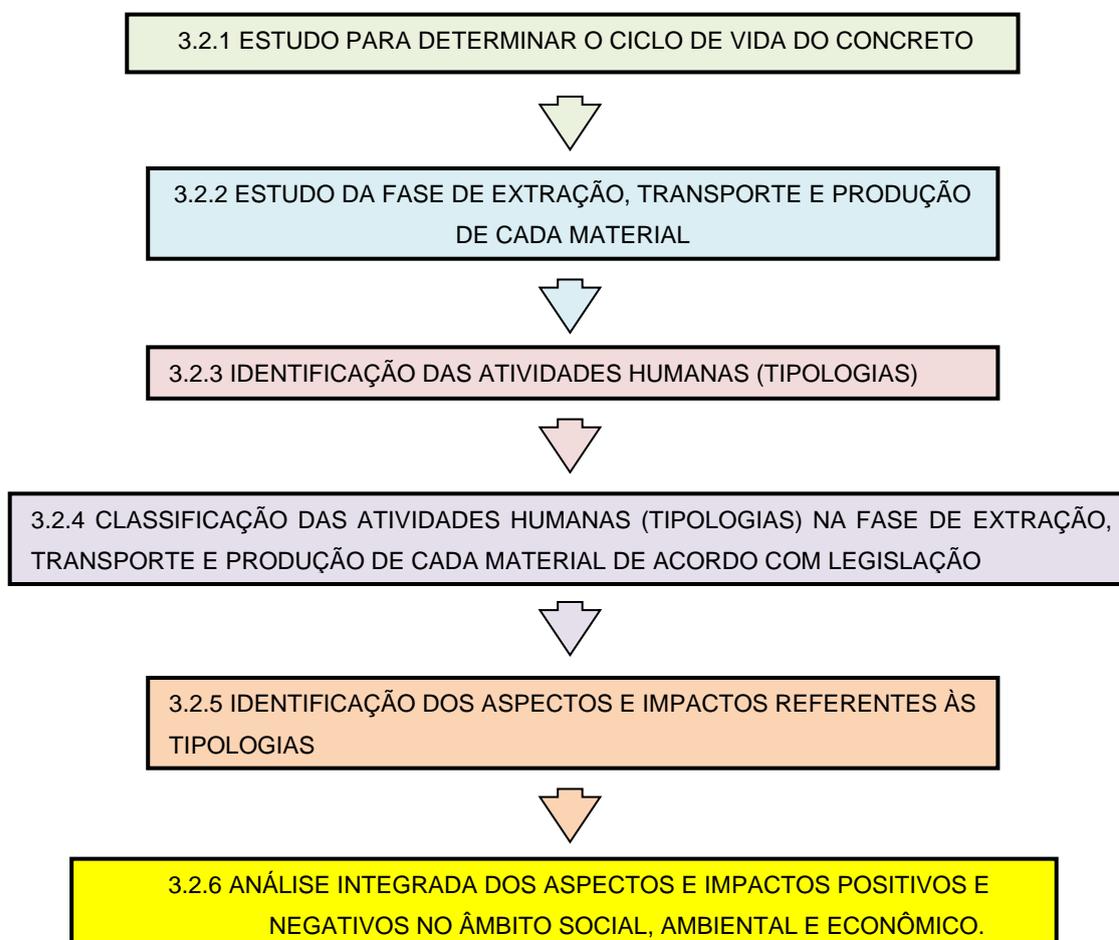


Figura 8 – Esquema da metodologia utilizada neste trabalho.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

O objetivo da primeira etapa foi desenvolver estudos para determinar o ciclo de vida do concreto. A pesquisa nesta etapa teve seu início buscando compreender e analisar o concreto conhecendo seus processos e etapas de fabricação, desde sua origem até o seu fim. Tendo esse conhecimento, ficou determinado o ciclo de vida do concreto assim como a fronteira de estudos no ciclo.

Nesta segunda etapa foram estudadas as fases de extração, transporte e produção dos materiais individualmente. A importância de investigar estas fases detalhadamente tem por meta conhecê-las de tal maneira que facilite o desenvolvimento de estudos na terceira etapa, sendo possível listar as atividades humanas que ocorrem em cada empreendimento responsável por extrair e transportar estas matérias primas.

Na quarta etapa, as atividades foram classificadas de acordo com seu potencial, de acordo com legislação estadual e federal. A quinta etapa foi a mais importante deste trabalho, onde foram identificados os potenciais impactos ambientais gerados pelas atividades (tipologias) desenvolvidas nas extrações dos recursos naturais.

Para identificar estes impactos, foram utilizados métodos de identificação como através da aplicação de listas de verificação. Realizada a identificação dos aspectos e impactos, estes foram listados em uma matriz de interação para descobrir em qual fase do empreendimento e em que meio esse impacto estava sendo gerado.

Por fim, os aspectos e impactos identificados, tanto os negativos como os positivos foram analisados nos âmbitos social, ambiental e econômico de forma integrada. A metodologia aplicada neste estudo é a qualitativa visando uma análise integrada dos aspectos e impactos ambientais gerados desde a primeira fase no ciclo de vida do concreto até a concreteira, ou seja, tem seu início na fase de extração de recursos naturais passando pela fase de transporte até a produção do concreto.

Na sequência, são apresentadas cada uma destas etapas mais detalhadamente.

### **3.2.1 Estudo para determinar o ciclo de vida do concreto**

Para dar suporte aos estudos, foi utilizado o modelo de estrutura de produto da norma ISO 14040 (2014). De acordo com esta norma, a ACV modela o ciclo de vida de um produto por meio de seu sistema de produto, que desempenha funções definidas. A propriedade essencial de um sistema de produto é caracterizada pela sua função e não pode ser definida somente em termos dos produtos finais. Na Figura 9, é demonstrada a estrutura modelo de sistema de produto.

Analisando a Figura 9, o processo de produção de produto, tem início com a aquisição de matérias primas, passando a um processo de produção. No caso deste trabalho, a etapa de aquisição é considerada a etapa de extração da matéria prima. Tanto na etapa de aquisição quanto na etapa de produção indica a existência da etapa de transporte, a qual também é responsável pela ligação entre aquisição e produção. Esta ligação deve-se ao transporte do produto in natura para a fábrica (concreteira).

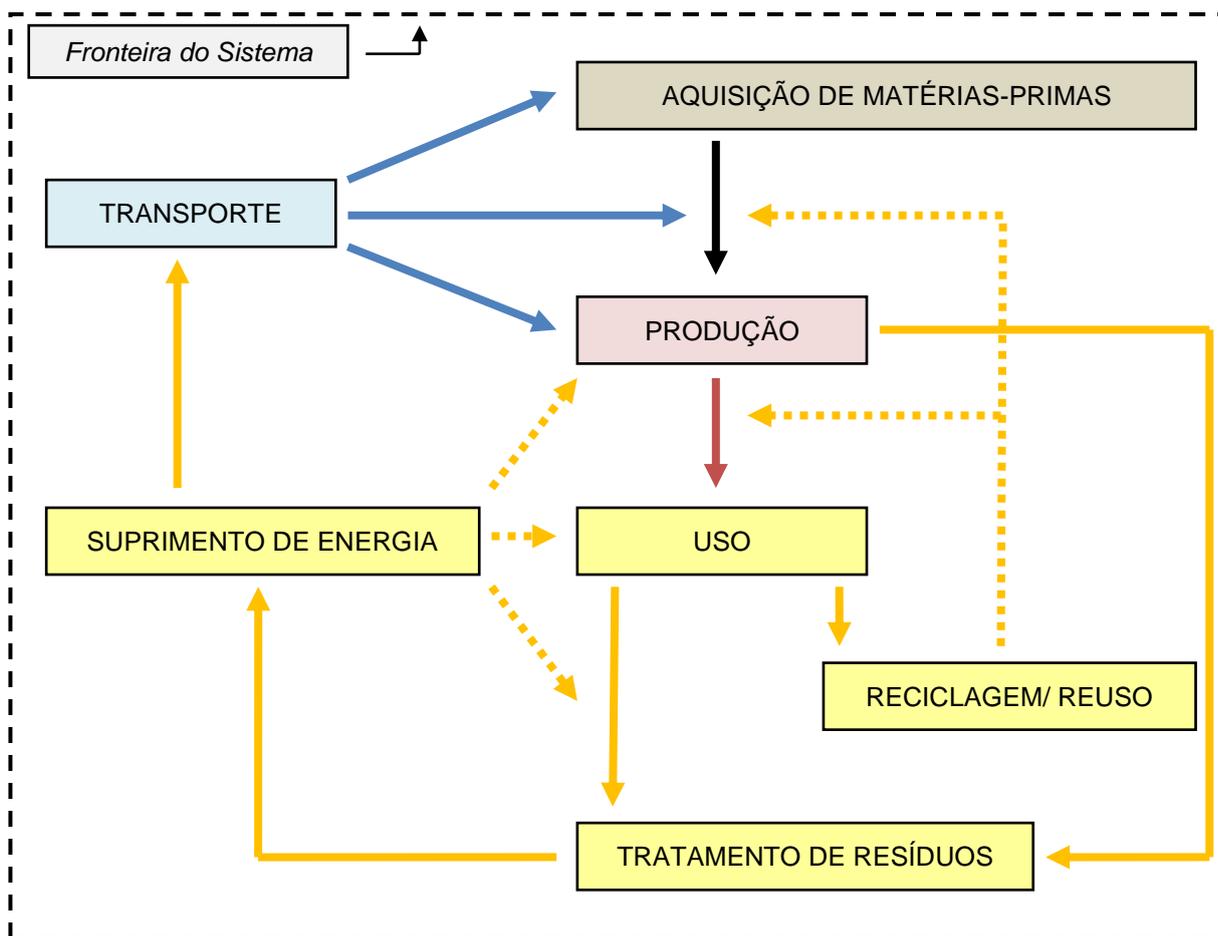


Figura 9 – Exemplo de um sistema de produto.  
 Fonte: Adaptado da NBR ISO 14040, 2014.

Com a etapa de fabricação concluída, o produto passa à etapa de uso, que neste caso será usado na construção civil. Após o uso do produto, existem dois caminhos, um é a reciclagem/reuso no caso da construção civil quando se tratar uma demolição, o segundo caminho é o tratamento dos resíduos, onde a sobra do concreto e o resíduo da lavagem dos caminhões deve ser tratado.

Na etapa da Reciclagem e reuso, o produto volta a ser utilizado em dois momentos, antes da produção sendo incorporado e gerando um novo produto, e em uma segunda opção antes da etapa uso sendo utilizado novamente até mesmo com outro objetivo.

É evidenciado no sistema o suprimento de energia nas etapas de produção, uso, tratamento de resíduos e transporte. A relação entre o tratamento de resíduos e suprimento de energia é uma sucessão de fatores, quanto menos desperdício houver na produção, menor será a quantidade de resíduos a serem tratados ocasionando menos o consumo de energia.

Na figura 9, a linha pontilhada define a fronteira do sistema a qual envolve todas as etapas do ciclo de vida de um produto, que começa na extração das matérias-primas até a disposição final. Segundo Braungart *et al.* (2007), dependendo do objetivo o escopo pode ser reduzido, considerando somente algumas etapas do ciclo de vida.

Conforme a norma ISO 14040 (2014), a ACV é uma técnica iterativa e, e que conforme os dados e informações são coletados, a estrutura do sistema do produto a ser estudado pode ser moldada ao produto a ser estudado. Concordando com Braungart *et al.* (2007), as etapas de estudo deste trabalho serão reduzidas, considerando as etapas de extração das materiais primas do concreto, transportes e a produção do concreto, passando pela fabricação do cimento.

### **3.2.2 Estudo da fase de extração, transporte e produção de cada material**

Com o objetivo de identificar as atividades humanas na próxima etapa se fez necessário um estudo das fases pelas quais o material extraído percorre até seu destino, a concreteira.

Conforme observado na Figura 10 o resultado da pesquisa nesta etapa de estudo da extração é entender e conhecer quais as ações ocorrem durante o processo de extração, transporte e produção ao qual são submetidos os materiais de forma individual. Na Figura 10 fica destacada como exemplo a etapa de operação, onde são listadas algumas ações as quais originarão impactos que identificados irão fazer parte da atividade humana em questão.

CICLO DE VIDA	ETAPA	AÇÕES	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	
EXTRAÇÃO	FASE DE INSTALAÇÃO	AÇÃO 1		
		AÇÃO 2		
	FASE DE OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL		
		ESTOCAGEM		
		DRENAGEM		
		PENEIRAMENTO		
	FASE DE FECHAMENTO	AÇÃO 1		
		AÇÃO 2		
	TRANSPORTE		AÇÃO 1	

Figura 10 – Esquema de processo na fase de operação na extração da areia.  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

### 3.2.3 Identificação das atividades humanas

Com a informação e conhecimento dos estudos realizados nos processos da fase de extração dos materiais, transporte e produção do cimento, foram identificadas as atividades humanas presentes nestas fases. A identificação foi baseada em resoluções (CONAMA nº 01 de 1986, CONAMA nº 237 de 1997 e CONSEMA nº 372 de 2018), leis e na consulta em estudos ambientais de mesmo empreendimento.

A Resolução CONAMA nº 01 de 1986 (BRASIL, 1986), apresenta uma lista exemplificativa para licenciamento com EIA/RIMA. Já o artigo 2º, §1º da Resolução CONAMA nº 237 (1997), elenca os empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental, conferindo ao órgão ambiental licenciador a definição dos critérios de exigibilidade, o detalhamento e a complementação da lista, levando em consideração as especificidades, os riscos ambientais, o porte e outras características do empreendimento ou atividade.

No esquema da Figura 11 é ilustrada a metodologia utilizada para identificar as atividades humanas existentes nas fases de estudo de cada recurso. Neste esquema inicial a nomenclatura das atividades fora identificada pelas letras X, Y e Z, as quais sofreram alterações sendo trocadas pelos nomes das atividades no momento em que forem identificadas.

Material	Fase de Extração		
	Fase de Instalação	Fase de Operação	Fase de Fechamento
	Tipo de Atividade		
Carbonato de Cálcio (Calcário) – (Cimento)	Atividade X	Atividade X	Atividade X
	Atividade Y	Atividade Y	Atividade Y
	Atividade Z	Atividade Z	Atividade Z
Argilas – (Cimento)	Atividade X	Atividade X	Atividade X
	Atividade Y	Atividade Y	Atividade Y
	Atividade Z	Atividade Z	Atividade Z
Gipsita – Gesso (Cimento)	Atividade X	Atividade X	Atividade X
	Atividade Y	Atividade Y	Atividade Y
	Atividade Z	Atividade Z	Atividade Z
Cinza Volantes (Cimento)	Atividade X	Atividade X	Atividade X
	Atividade Y	Atividade Y	Atividade Y
	Atividade Z	Atividade Z	Atividade Z
Brita	Atividade X	Atividade X	Atividade X
	Atividade Y	Atividade Y	Atividade Y
	Atividade Z	Atividade Z	Atividade Z
Areia	Atividade X	Atividade X	Atividade X
	Atividade Y	Atividade Y	Atividade Y
	Atividade Z	Atividade Z	Atividade Z
Água	Atividade X	Atividade X	Atividade X
	Atividade Y	Atividade Y	Atividade Y
	Atividade Z	Atividade Z	Atividade Z

Figura 11 – Esquema para identificação de atividades humanas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Neste esquema da Figura 12, a fase de extração das matérias-primas foi dividida em fases que fazem parte do processo do empreendimento (instalação, operação e fechamento). A divisão da fase de extração foi realizada com base em pesquisa em livros, artigos, RIMAs e EIAs.

A próxima fase a passar pelo processo de identificação as atividades humanas é a de transporte até a produção (Figura 12). Neste momento, foram listadas às atividades que envolvem o traslado das matérias-primas do local de sua extração até onde serão usadas na produção.

Material	Fase de Transporte (até a produção)
	Tipo de Atividade
Carbonato de Cálcio (Calcário) – (Cimento)	Atividade X
	Atividade Y
	Atividade Z
Argilas – (Cimento)	Atividade X
	Atividade Y
	Atividade Z
Gipsita – Gesso (Cimento)	Atividade X
	Atividade Y
	Atividade Z
Cinza Volantes (Cimento)	Atividade X
	Atividade Y
	Atividade Z
Brita	Atividade X
	Atividade Y
	Atividade Z
Areia	Atividade X
	Atividade Y
	Atividade Z

Figura 12 – Esquema para identificação de atividades humanas (Transporte).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

No caso da areia e da brita já classificadas na jazida, estas vão direto para a concreteira. Os outros materiais têm como destino a fábrica de cimento, com exceção da água que seu transporte não envolve veículos. Na fase seguinte foram identificadas as atividades humanas geradas na fabricação do cimento, que se inicia no momento em que suas matérias-primas chegam na fábrica, e se encerra na saída para a usina de concreto. Para isso, a pesquisa teve como base livros, artigos, sites e estudos de impactos ambientais já realizados com foco nesta atividade.

A figura 13 apresenta um esquema ilustrando o resultado de pesquisa para identificar as tipologias desta fase.

Material	Fase de Produção do Cimento
	Tipo de Atividade
Cimento	Atividade X
	Atividade Y
	Atividade Z

Figura 13 – Esquema para identificação de atividades humanas (Fase de Produção do Cimento).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Na última fase de estudos e identificação se repete a etapa de transporte (Figura 14), sendo que desta vez se trata do transporte da fábrica cimentícia até a concreteira. As atividades identificadas nesta fase se somaram às atividades de transporte dos materiais que vão direto da jazida ou mineradora para a usina.

Material	Fase de Transporte do Cimento
	Tipo de Atividade
Cimento	Atividade X
	Atividade Y
	Atividade Z

Figura 14 – Esquema para identificação de atividades humanas (Fase de Transporte do Cimento).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

É importante evidenciar que a probabilidade de ocorrer a repetição de alguma atividade é grande, com isso as atividades repetidas foram mantidas, pois estas exultariam em impactos cumulativos.

### **3.2.4 Classificação das atividades humanas (tipologias) na fase de extração, transporte e produção de cada material de acordo com legislação**

A classificação das atividades humanas teve como apoio as listas informadas por órgãos nacionais (CONAMA e IBAMA), estaduais e, se fosse o caso, de nível municipal. Além das informações de órgãos licenciadores a consulta também foi realizada em EIAs do estado do Rio Grande do Sul.

De acordo com o artigo 2º da Resolução CONAMA nº 237 (1997), estabelece que:

§ 2º - Caberá ao órgão ambiental competente definir os critérios de exigibilidade, o detalhamento e a complementação do Anexo 1, levando em consideração as especificidades, os riscos ambientais, o porte e outras características do empreendimento ou atividade (BRASIL, 1997, p.2).

Na Figura 15 fica evidenciado o Anexo 1 da Resolução CONAMA nº 237 (1997). Esta lista considera diversas atividades ou empreendimentos que estão sujeitos ao licenciamento ambiental, onde pode-se ver que extração e tratamento de minerais é uma atividade licenciável e passível de exigência de EIA devido ao seu potencial de impacto no meio ambiente.

<p>ANEXO 1</p> <p>ATIVIDADES OU EMPREENDIMENTOS</p> <p>SUJEITAS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL</p> <p>1. Extração e tratamento de minerais</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- pesquisa mineral com guia de utilização</li><li>- lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento</li><li>- lavra subterrânea com ou sem beneficiamento</li></ul>
--

Figura 15 – Anexo 1 → CONAMA nº 237/97 → Atividades Licenciáveis.  
Fonte: BRASIL, 1997.

Como modelo em nível estadual no momento, foi utilizada a Resolução CONSEMA nº 372 (Estado do Rio Grande do Sul, 2018) onde cita que:

Art. 1º. Os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, com a definição de seus portes e potencial poluidor, são aqueles constantes do anexo I desta Resolução (RIO GRANDE DO SUL, 2018, p.1).

Comparando com a resolução de nível nacional, a estadual é mais completa abrangendo um número maior de atividades e detalhando um pouco mais as informações sobre a atividade que deve sofrer licenciamento. A figura 16 é um modelo para demonstrar a lista de atividades a serem licenciadas neste estado e consiste num extrato da resolução CONSEMA nº 372/2018.

CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA PORTE	POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
	<b>MINERAÇÃO</b>								
	<b>LAVRA A CÉU ABERTO COM RECUPERAÇÃO DA ÁREA MINERADA</b>								
5530,06	LAVRA DE ROCHA PARA USO IMEDIATO NA CONSTRUÇÃO CIVIL – A CÉU ABERTO, COM BRITAGEM E COM RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA	POLIGONAL ÚTIL (HA)	MÉDIO		ATÉ 5	DE 5,01 ATÉ 20	DE 20,01 ATÉ 40	DE 40,01 ATÉ 60	DEMAIS
5530,11	LAVRA DE ARGILA – A CÉU ABERTO E COM RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA	POLIGONAL ÚTIL (HA)	MÉDIO		ATÉ 2,5	DE 2,51 ATÉ 5	DE 5,01 ATÉ 10	DE 10,01 ATÉ 25	DEMAIS

Legenda para competência de licenciamento:

Impacto Local	Licenciamento Estadual
---------------	------------------------

Figura 16 – Extrato do modelo da Lista de Classificação das Atividades Licenciáveis (Legislação Estadual do Rio Grande do Sul).

Fonte: Adaptado da Resolução CONSEMA nº 372, 2018.

### 3.2.5 Identificação dos aspectos e impactos referentes às tipologias

Com as atividades humanas (tipologias) identificadas e classificadas, foi desenvolvida a identificação dos aspectos e impactos ambientais, para isso foram utilizadas listas de verificação disponíveis em livros, artigos científicos, em EIAs e RIMAs. Devido a distinção de matérias-primas e pertencendo a diferentes empreendimentos cada um com suas características e processos, foi preciso aplicar listas de verificação de forma individual, podendo variar estas listas ou repetir-se em mais de um empreendimento. Na Tabela 7 são apresentadas as listas de verificação consideradas na identificação dos aspectos e impactos ambientais dos devidos autores.

Tabela 7 – Referências Bibliográficas das Listas de Verificação e EIA's utilizadas na identificação de Aspectos e Impactos Ambientais.

Atividade	Referências Bibliográficas
Fabricação de Cimento	- DEA, 1992; - SANCHÉZ, 2020; - LEOPOLD, 1971; - CARVALHO, 2008; - CEMA, 2010; * - PRESERV AMBIENTAL, 2014; * - DIAS <i>et al.</i> 1999;
Produção de Concreto	- DEA, 1992; - SANCHÉZ, 2020; - LEOPOLD, 1971; - DIAS <i>et al.</i> 1999;
Extração de Calcário	- DEA, 1992; - SANCHÉZ, 2020; - LEOPOLD, 1971; - BACCI <i>et al.</i> 2006; - DIAS <i>et al.</i> 1999; - IRAMINA <i>et al.</i> 2009; - SANCHÉZ <i>et al.</i> 2016;

Tabela 7 – Referências Bibliográficas das Listas de Verificação e EIA's utilizadas na identificação de Aspectos e Impactos Ambientais.

(Continuação)

Extração da Argila	- DEA, 1992; - SÁNCHEZ, 2020; - LEOPOLD, 1971; - DIAS <i>et al.</i> 1999; - VIEIRA, 2018; - PRADO, 2021; - REIS <i>et al.</i> 2005; - CELTES, 2013; *
Extração da Gipsita	- DEA, 1992; - SÁNCHEZ, 2020; - LEOPOLD, 1971; - BACCI <i>et al.</i> 2006; - DIAS <i>et al.</i> 1999; - IRAMINA <i>et al.</i> 2009; - SÁNCHEZ <i>et al.</i> 2016;
Cinza Volante	- DEA, 1992; - SÁNCHEZ, 2020; - LEOPOLD, 1971; - GONÇALVES <i>et al.</i> 2004;
Extração da Brita	- DEA, 1992; - SÁNCHEZ, 2020; - LEOPOLD, 1971; - BACCI <i>et al.</i> 2006; - DIAS <i>et al.</i> 1999; - IRAMINA <i>et al.</i> 2009; - SÁNCHEZ <i>et al.</i> 2016; - CELTES, 2013; *
Extração da Areia	- DEA, 1992; - SÁNCHEZ, 2020; - LEOPOLD, 1971; - CPEA <i>et al.</i> 2014; * - LELLES <i>et al.</i> 2005; - DIAS <i>et al.</i> 1999; - BARROS <i>et al.</i> 2017; - REIS <i>et al.</i> 2005; - BIOSFERA, 2014; * - NOBRE FILHO <i>et al.</i> 2012;
Tratamento de Água	- DEA, 1992;

	- SÁNCHEZ, 2020;
	- LEOPOLD, 1971;
	- DIAS <i>et al.</i> 1999;
	- SOARES <i>et al.</i> 2004;
	- COSTA JÚNIOR, 2013;
	- DEA, 1992;
Fabricação de Aditivo	- SÁNCHEZ, 2020;
	- LEOPOLD, 1971;
	- DIAS <i>et al.</i> 1999;

(\*) O asterisco ao lado da referência significa que é um EIA.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A análise dos impactos ambientais foi desenvolvida buscando identificar os aspectos e impactos que pudessem potencialmente ser gerados pelos empreendimentos responsáveis pela extração, transporte e produção das matérias-primas do concreto. As metodologias utilizadas ajudaram a organizar as informações dos aspectos e impactos identificados, auxiliando na análise e nas comparações.

Ilustrado na Figura 17, este esquema auxiliou na interação das fases de instalação, operação e fechamento do empreendimento com os meios físico, biótico e antrópico sabendo-se em que fase do ciclo de vida está ocorrendo tal impacto.

Material Extraído	Fase de Extração, Transporte, Fabricação do Cimento e Transporte.					
	Fase de Instalação		Fase de Operação		Fase de Fechamento	
Carbonato de Cálcio (Calcário)	Atividade X	Impacto 1	Atividade X	Impacto 1	Atividade X	Impacto 1
		Impacto 2		Impacto 2		Impacto 2
		Impacto 3		Impacto 3		Impacto 3
	Atividade Y	Impacto 1	Atividade Y	Impacto 1	Atividade Y	Impacto 1
		Impacto 2		Impacto 2		Impacto 2
		Impacto 3		Impacto 3		Impacto 3
	Atividade Z	Impacto 1	Atividade Z	Impacto 1	Atividade Z	Impacto 1
		Impacto 2		Impacto 2		Impacto 2
		Impacto 3		Impacto 3		Impacto 3

Figura 17 – Esquema de Informações da identificação de Aspectos e Impactos.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

### **3.2.6 Análise integrada dos aspectos e impactos positivos e negativos no âmbito social, ambiental e econômico**

Nesta etapa foi elaborada a análise integrada dos aspectos e impactos ambientais identificados na fase de extração, produção, fabricação e transporte das matérias prima do concreto. A identificação de aspectos e impactos foi realizada em cada atividade referente a matéria-prima de forma individual, e realizada em todas as fases do empreendimento em questão.

Sendo o concreto um elemento resultado da soma de várias matérias-primas, a análise dos aspectos e impactos ambientais foi executada de forma integrada. Para isso, foram listados todos os aspectos e impactos gerados pelas matérias-primas, passando a serem gerados pelo concreto.

A análise integrada foi fonte de informações importantes relacionando os impactos causados. Foi possível identificar qual material causa mais impactos, se são positivos ou negativos, em que momento do ciclo de vida, em que fase gera mais impactos, em qual meio físico, biótico ou antrópico, qual atividade gera mais impacto e quais impactos cada material está causando.

Foram analisados os aspectos e impactos positivos e negativos, pelo fato de se perceber a necessidade de contemplar os problemas gerados pelo concreto no meio ambiente, mas também a sua notoriedade no setor econômico e social, gerando emprego e renda.

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Descrição das matérias-primas que compõem o concreto

Conforme mencionado neste trabalho, o concreto é um somatório de materiais, uma mistura. Estas matérias-primas de sua composição são extraídas da natureza de forma individual e com processos distintos que envolvem ações que geram impactos. Para que seja possível identificar quais aspectos e impactos são gerados, é preciso identificar de quais matérias-primas é feito o concreto.

A NBR 7212 (2021) define a composição do concreto em Aglomerante (Cimento), Agregado Graúdo (Brita), Agregado Miúdo (Areia) e Água. A areia, a brita e a água são materiais identificados de forma direta, os outros materiais (Calcário, Argila, Gipsita e Cinzas Volantes) estão na composição do cimento. A informação da composição do cimento é baseada da NBR 16697 (2018), como proferida em capítulos anteriores.

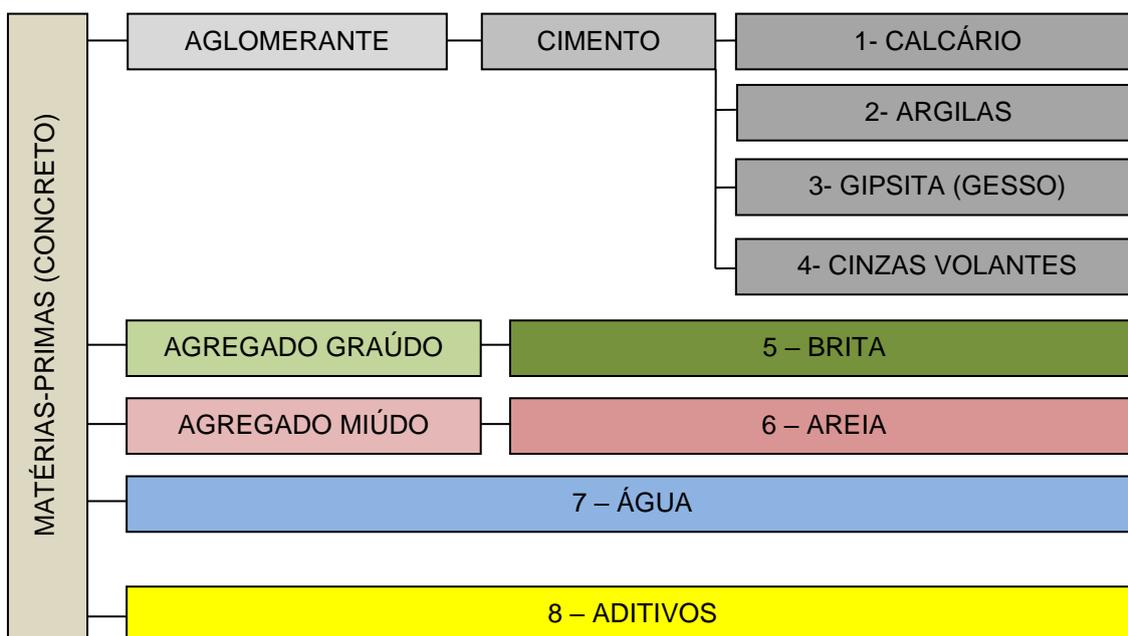


Figura 18 – Matérias-Primas Extraídas para a produção do concreto.  
Fonte: Adaptado de NBR 7212, 2021; NBR 16697, 2018.

Conforme ilustrado na Figura 18, o concreto foi dividido em um primeiro momento em Aglomerante, Agregado Graúdo, Agregado Miúdo, Água e Aditivos. Em seguida, aprofundando a pesquisa se entende que o Aglomerante é o nomenclatura usada pela norma para o cimento, Agregado Graúdo para a brita e Agregado Miúdo para areia. Considerando que o cimento é um elemento produzido a partir de materiais que sofrem extração e também geram impactos, foram identificados estes elementos que são o calcário, a argila, o gesso e as cinzas volantes (por se tratar de cimento portland pozolânico).

A *priori* para a identificação destes aspectos e impactos, se faz necessário um estudo no ciclo de vida do concreto, para entender o processo desde sua origem até o final de sua produção. Conforme foram sendo identificadas as fases do ciclo de vida, estas foram divididas e detalhadas identificando a participação e ações das matérias-primas dentro do processo.

#### **4.1.1 Estudo para determinar o ciclo de vida do concreto**

Esta primeira etapa de pesquisa da metodologia, teve como objetivo realizar estudos buscando determinar literaturas e normas que auxiliem na modelagem, na estruturação de um modelo do ciclo de vida de um produto.

Conforme a ISO 14040 (2014), a ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) enfoca os aspectos ambientais e os impactos ambientais potenciais (por exemplo, uso de recursos e as consequências de liberações para o meio ambiente) ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, desde a aquisição das matérias-primas, produção, uso, tratamento pós-uso, reciclagem até a disposição final.

A ACV passou nos últimos anos a ganhar força como ferramenta para a mitigação dos impactos ambientais, o que se dá pela necessidade de resolver problemas ambientais ou também pela atenção às legislações ambientais (RASHID *et al.*, 2015).

Com base na Figura 19 do item 3.2.1, foi aplicada a modelagem baseada nos estudos da norma ISO 14040, utilizando como produto o concreto, com o desenvolvimento da pesquisa esta estrutura ganha detalhes e informações.

Para melhor entendimento e clareza nas informações, alguns nomes foram alterados, na primeira etapa (Figura 9) “aquisição de matérias-primas”, passou a ser “extração das matérias-primas”, e onde constava “produção” passará a ser “usina de concreto”, a palavra “uso” foi substituída por “obra” e, por fim, a palavra “descarte” foi usada englobando a etapa de “tratamento e reuso”.

A linha pontilhada indica a delimitação da fronteira da estrutura, a qual delimitou as etapas que foram estudadas neste trabalho e cujos resultados são apresentados nos itens seguintes.

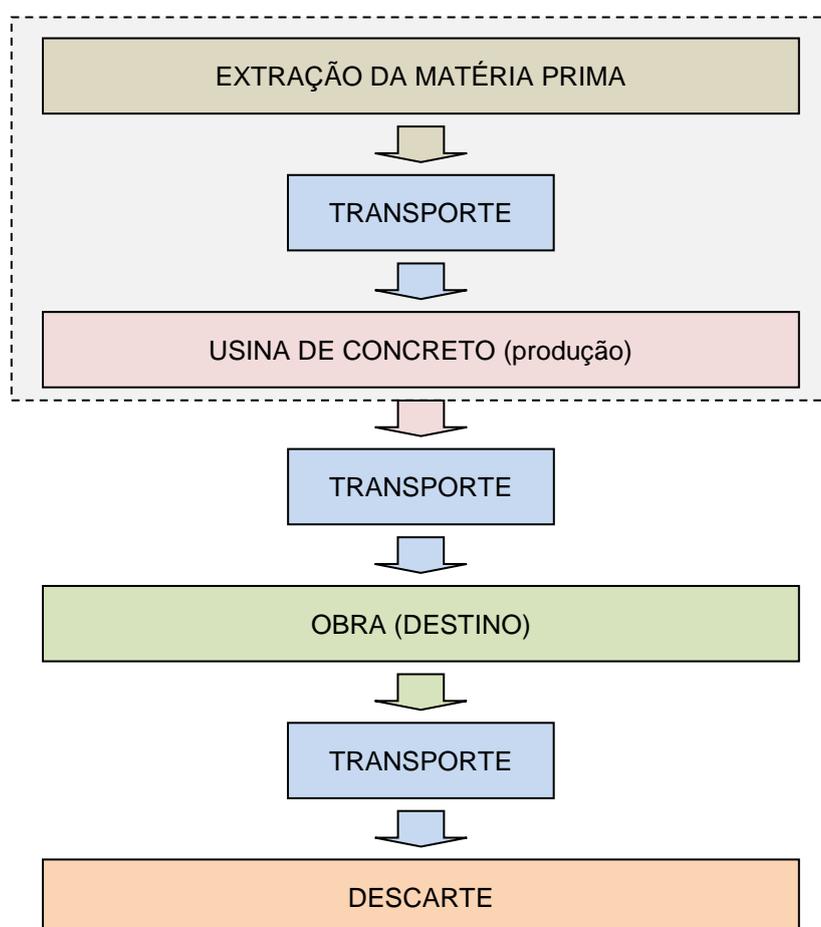


Figura 19 – Esquema do ciclo de vida do Concreto.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

O concreto tem o início do seu ciclo de vida na extração da matéria-prima, onde são extraídos os recursos naturais de sua composição, sendo a maioria frutos da atividade de mineração. Após a atividade de extração, estes recursos são transportados para seus destinos, alguns com destino a usina de concreto, outros para a fabricação do cimento.

Também foi considerada nos estudos a fabricação do cimento pois esta etapa está inserida no processo de produção do concreto, gerando aspectos e impactos ambientais.

A Figura 20 exemplifica de forma mais detalhada as etapas do ciclo de vida do concreto. Na parte superior do esquema, foram detalhadas as matérias primas que sofrem a extração pertencendo à primeira etapa. O detalhamento desta etapa auxilia na identificação dos materiais, como a areia, a brita, a água e todas as matérias primas do cimento.

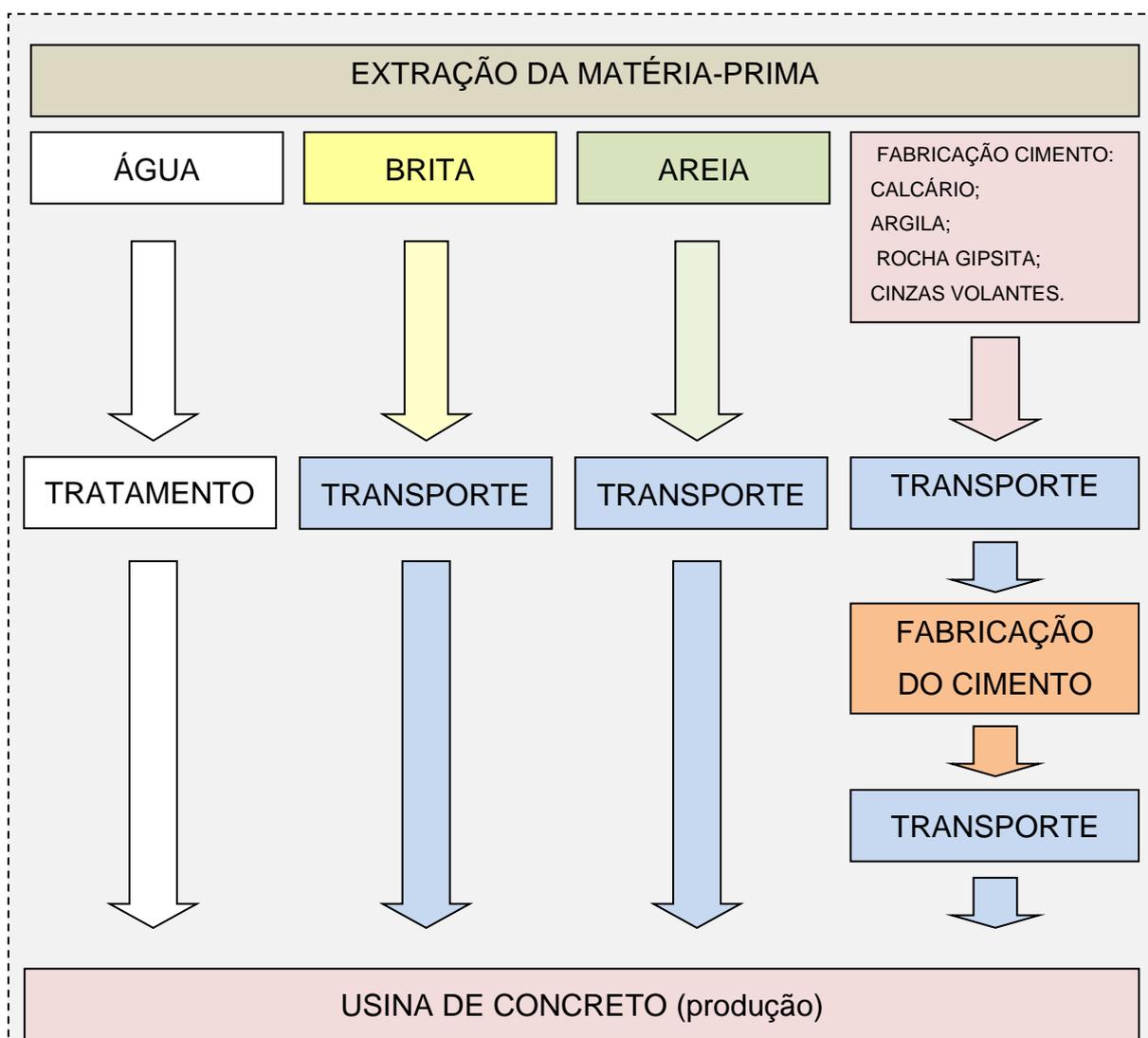


Figura 20 – Esquema de destino da matéria-prima extraída (Transporte).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Na segunda etapa, a de transporte, algumas destas matérias-primas como a areia e a brita, são transportadas direto para a concreteira, já as que compõem o cimento são destinadas à fábrica cimenteira. Após ser fabricado, o cimento passa por uma etapa de transporte onde é levado da fábrica até a concreteira.

No caso da água, após sua extração do reservatório natural, a mesma é tratada pela empresa de saneamento responsável e após tratamento é utilizada na usina.

#### **4.1.2 Estudo da fase de extração, transporte das matérias-primas e produção do cimento**

Com as fases do ciclo de vida do concreto identificadas e organizadas, foi possível desenvolver estudos aprofundando o conhecimento do sistema de extração de cada matéria-prima individualmente. Além da extração, também foram pesquisados os processos de transporte interno das jazidas, mineradoras e fábricas e os externos em via pública. No caso do cimento, a pesquisa englobou a extração dos seus componentes, a fabricação e o transporte.

As etapas de um empreendimento descritas no capítulo do plano de gestão ambiental do EIA (Estudo de Impactos Ambientais), consideram as fases de planejamento, implantação (construção), operação e desativação do empreendimento (Sánchez, 2020). Com base nesta colocação foi desenvolvida a pesquisa das atividades humanas em todas as fases.

Para identificar as atividades do empreendimento de uma maneira eficaz é preciso conhecer estes processos, pesquisando sobre suas ações, de que modo são realizadas, bem como o tipo de máquinas e veículos que são utilizados.

#### 4.1.2.1 Produção do Cimento

As fábricas de cimento normalmente instalam-se perto das minas e jazidas, preferencialmente as minas de calcário buscando reduzir os custos de transporte, e tendo uma preocupação na ótica da sustentabilidade energético-ambiental. A produção de cimento gera impactos ambientais, onde ocorre um alto consumo de energia, matérias-primas e emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, principalmente na fase intermediária de produção do clínquer (SUPINO *et al.*, 2016).

De acordo o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD, 2009), a fabricação do cimento Portland é dividida em etapas, sendo elas:

- extração da matéria-prima;
- britagem;
- pré-homogeneização;
- moagem;
- forno rotativo;
- resfriador;
- adições;
- moagem do cimento;
- expedição.

É demonstrado na Figura 21 uma organização geral do que envolve a produção de cimento Portland, a fase de operação se organiza em três módulos: extração da matéria prima, produção do material pozolânico (no caso do cimento Portland CP IV) e a fabricação. A ideia de incluir no esquema de fabricação do cimento a origem do material pozolânico tem como objetivo analisar os possíveis impactos gerados pelas cinzas volantes.

O processo de produção do cimento tem seu início na extração das matérias-primas nas jazidas de calcário ou argila. O calcário é extraído por meio de explosivos, e a argila é retirada por retroescavadeiras. Depois da extração estes materiais são enviados para a fase de britagem. Nesta etapa de extração das matérias-primas do cimento, foi realizada pesquisa de forma detalhada estudando cada material individualmente.

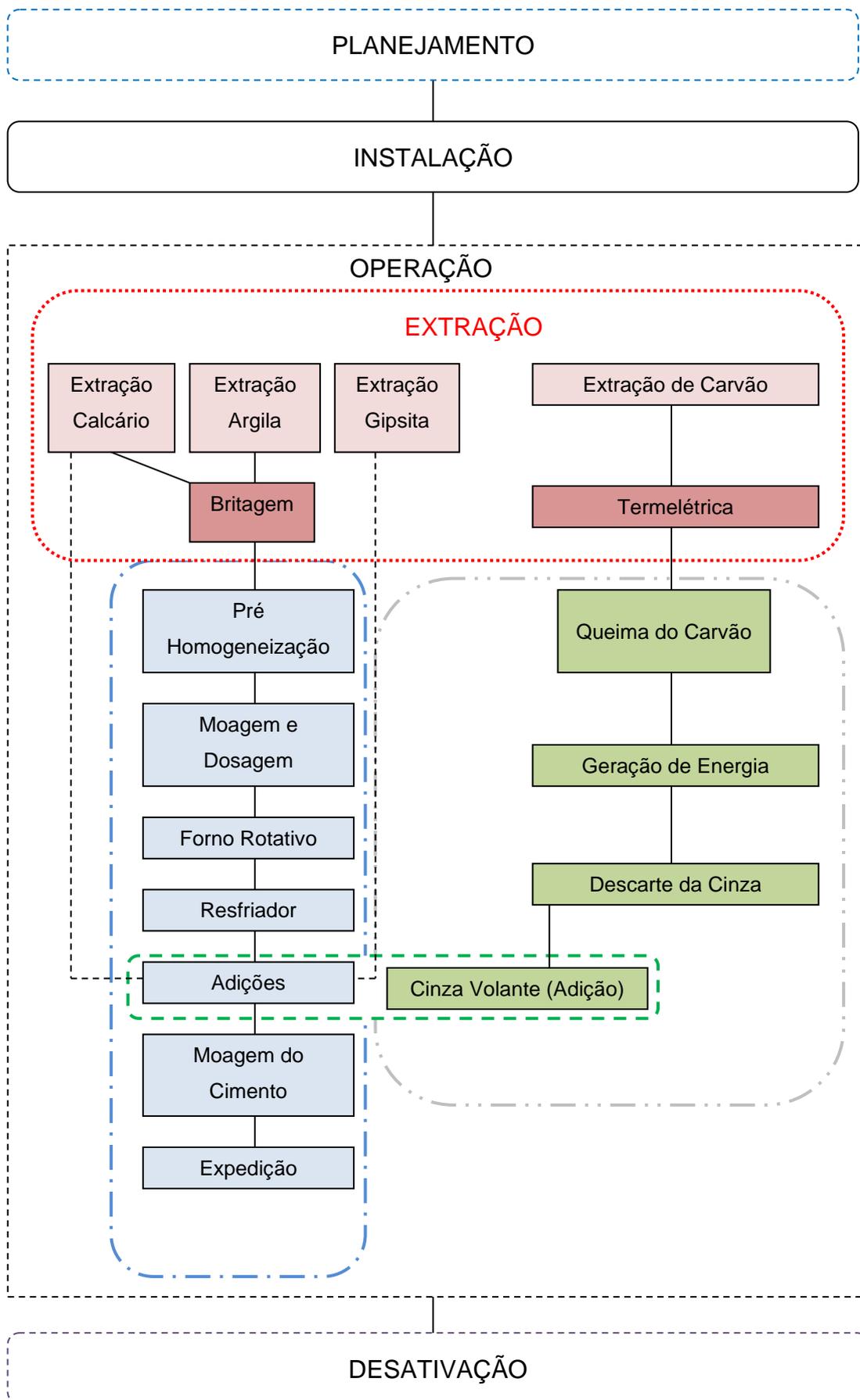


Figura 21 – Esquema com as Etapas de Fabricação do Cimento Portland CP IV.  
 Fonte: Adaptado de WBCSD, 2009.

De acordo com a Associação Mineira de Defesa do Ambiente (AMDA, 2011), nas fases extração de matéria-prima e produção de cimento pode-se destacar a extração do calcário, que gera alterações no relevo natural; possíveis erosões; perda de patrimônio arqueológico e espeleológico; danos à flora, fauna e recursos hídricos; gasto de combustíveis fósseis; produção de resíduos; emissão de gases causadores do efeito estufa. Além destes, podem ocorrer outros impactos significativos no uso do solo, danos às comunidades adjacentes às minas, além da emissão de poeiras, ruído e movimentos de tráfego, dentre outras consequências inevitáveis do processo de extração (CSI, 2012).

A britagem, que consiste na redução da granulometria do material extraído, ocorre em trituradores primários e secundários até que os pedaços finais atinjam dimensões próximas a 10 cm (WBCSD, 2009).

Após a extração, as pedras de calcário são transportadas até o britador, que reduz seu tamanho. Após a britagem o calcário é transportado por correias para o pátio de pré-homogeneização e, deste modo, garante-se a uniformidade da matéria-prima a ser utilizada na produção do clínquer (GONZAGA, 2009).

No processo de moagem e dosagem, as matérias-primas são esmagadas e trituradas por cilindros de aço divididos em compartimentos. Esta operação ocorre de forma contínua, enquanto em uma ponta é alimentada na outra extremidade ocorre o descarregamento do material. Segundo Figueira *et al.* (2010) o moinho de rolos é constituído por uma mesa giratória e sobre ela localizam-se os rolos estacionários que giram sobre seu eixo, os quais exercem uma pressão sobre a mesa, fazendo com que o material sofra o processo de moagem.

O processo de formação do clínquer é realizado em forno rotativo, com elevadas temperaturas que podem variar entre 1400°C e 1600°C. Com a demanda, este processo tem a característica de ser ininterrupto, o que gera um regime contínuo, levando a uma uniformidade do clínquer. Esta etapa da produção é considerada a mais preocupante com relação a impactos ambientais, devido à alta emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

À medida que o forno rotaciona, o material desliza e desce para zonas progressivamente mais quentes para a chama. O calor intenso provoca reações químicas que fundem parcialmente a mistura em clínquer (CEMBUREAU, 2005).

O clínquer formado é resfriado bruscamente ao sair do forno e moído finamente, transformando-se em um pó que, em presença de água, endurece e adquire durabilidade e resistência (NEVILLE, 2016).

De acordo com Neville (2016), na etapa de adições, é somado ao clínquer uma quantidade de gipsita (sulfato de cálcio), com o intuito de evitar a pega instantânea do cimento, sendo novamente moído até resultar em um pó fino denominado cimento Portland.

A etapa de moagem é feita nos moinhos de bolas que, dependendo do tamanho e produtividade, possuem diferentes potências, além do controle de velocidade e do tipo de motor. Após esta etapa, o cimento está apto para ser ensacado ou estocado em silos para transporte.

Na última etapa, a de expedição, o cimento vai por duas vias, uma onde é ensacado ou então é direcionado para os silos para ser transportado a granel.

#### 4.1.2.1.1 Calcário

No mundo, a maior parte das minas de calcário é lavrada a céu aberto, nas chamadas pedreiras. No Brasil isso não é diferente, esse tipo de exploração faz com que o calcário tenha seu custo bastante reduzido. As principais etapas da lavra de calcário nessas condições incluem: remoção do capeamento, perfuração, desmonte por explosivos, e transporte até a usina de processamento (SILVA, 2009). Na Figura 22 é ilustrada a disposição do processo de extração de calcário.

Ao iniciar os trabalhos de extração na jazida, uma das primeiras ações é a remoção da vegetação que está sobre a área a ser explorada, todo esse material retirado é empilhado por tratores esteira. A remoção do capeamento superficial, ou seja, dos estéreis da mineração, gera resíduos provenientes da exploração mineral (SILVA, 2009).

Segundo Darling (2011), perfurar e detonar é uma parte essencial da atividade de extração em uma pedreira e permite ao operador quebrar a rocha sólida em tamanhos adequados para carregamento, transporte e britagem primária. A ação de furar a rocha tem como propósito a colocação de material explosivo nestas cavas, para ser detonado, caracterizando a etapa de desmonte. Junto ao ruído, ocasionado pelos motores das máquinas que realizam a perfuração das rochas e a explosão proveniente da detonação dos explosivos, é produzido o pó.

Por conta desses explosivos, quando a pedreira está instalada perto da zona urbana, a poeira branca e espessa pode cobrir as casas e edifícios, se depositar sobre as ruas, passeios, casas e automóveis, sobre rios e córregos, contaminando-os (PARREIRAS, 2009).

De acordo com estudos realizados por Parreiras (2009), além de usar dinamites, as mineradoras de calcário promovem um tráfego pesado de veículos, afetando a integridade do ar, com o pó nas casas, no ar e na água. O pó branco causado pelas explosões, pela trituração, queima e transporte da cal pode causar aumento das doenças pulmonares. Além de gerar poeira, o uso de veículos em uma mineradora traz outros fatores que desencadeiam impactos.

Os veículos utilizados na mineração são na sua maioria de grande porte. Ricardo e Catalani (2010) definem como sendo os principais equipamentos:

- Carregadeiras;
- Escavadeiras;
- Unidades aplainadoras (motoniveladoras);
- Perfuratriz;
- Tratores com lâmina;
- Caminhões.

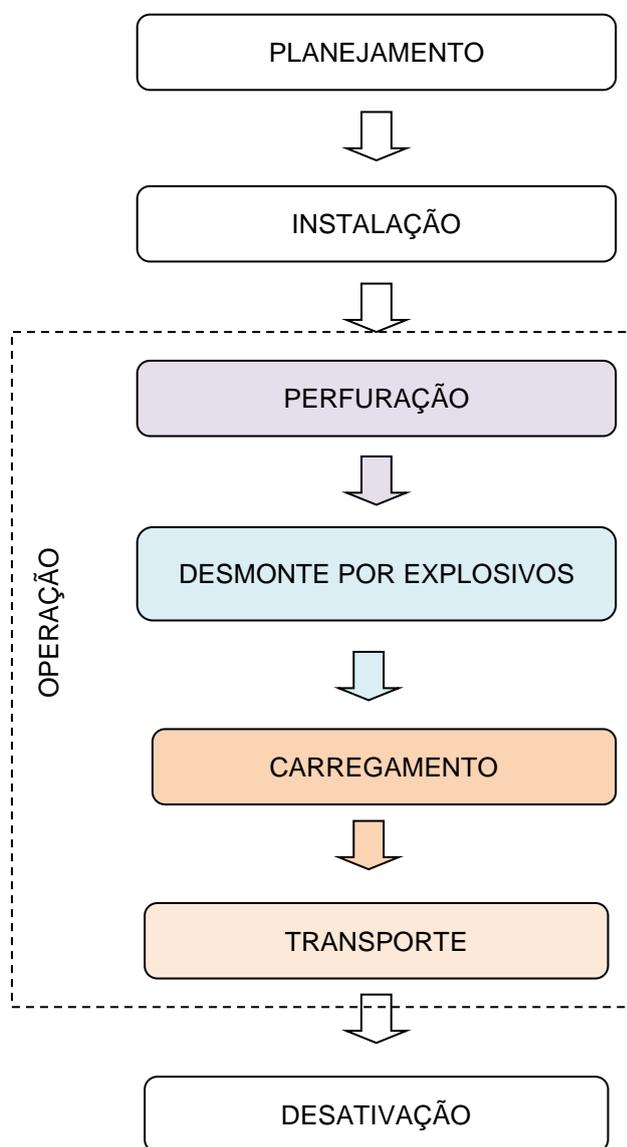


Figura 22 – Esquema do processo da Extração do Calcário.  
Fonte: Adaptado de SILVA, 2009.

Segundo Neri e Sánchez (2012), o recebimento, armazenamento e abastecimento de combustível, assim como a manutenção e lavagem de máquinas e veículos, lubrificação e armazenamento de óleos usados, são as principais fontes de contaminação do solo na mineração de calcário.

#### **4.1.2.1.2 Argila**

Conforme Larroyd (1996), o Rio Grande do Sul conta com expressivas reservas de argila. Fator este que justifica a instalação de fábricas de cimento neste estado, buscando a proximidade das jazidas e tornando seu produto mais atraente economicamente.

O processo de extração de argila acontece em três etapas: a) sondagem com o objetivo de descobrir o local que está a argila. Este trabalho é auxiliado de georreferenciamento da área; b) estudos buscando a certeza da viabilidade econômica e; c) incorporação da parte estrutural da indústria de apoio como, por exemplo, abertura de estradas de acesso e todo maquinário necessário (GAMA, 2019).

Antes da retirada da argila da jazida, o local escolhido passa por um processo de decapagem, ou seja, é removida toda a vegetação e solo que está acima da jazida de argila. Neste contexto, Faria *et al.* (2020) afirmam que a exploração e eventual processo de extração mineral da argila ocorre trazendo problemas graves ao meio ambiente, principalmente no que diz respeito às características do solo, uma vez que, para que ocorra todas estas etapas é necessária a supressão da vegetação local em todos os extratos florestais.

De acordo com Lima (2017), na terceira fase, a exploração da mineração de argila é feita a céu aberto com maquinário pesado, em períodos de estiagem com baixa precipitação para melhor se obter acesso ao local de extração. Junto a isso, os depósitos de sedimentos argilosos estão localizados próximos à superfície e cobertos por uma camada de solo de pouca espessura.

Ainda nesta terceira fase, Sales *et al.* (2015) citam em sua pesquisa que a argila é extraída das jazidas utilizando retroescavadeira, pá carregadeira e transportadas por caminhões caçambas. Para Freitas *et al.* (2019), uma das técnicas mais utilizadas no processo de extração consiste na lavra, trata-se da quebra mecânica das camadas em escavações feitas em tiras semicirculares com auxílio de máquinas pesadas como: escavadeira, retroescavadeira, caçamba basculante.

Geralmente, a mineração é localizada próxima à indústria, tal fato contribuindo como um dos principais indicadores para a sua localização, pois a dificuldade da entrada de caminhões de grande porte inviabiliza o transporte a grandes distâncias (MEZZADRI FILHO, 2021). As operações mineiras ficam restritas praticamente à extração de argilas, comercializadas in natura, e o carregamento e expedição ocorrem diretamente na frente de lavra ou a partir de pilhas de estocagem (CABRAL JÚNIOR *et al.*, 2012).

Como referido no texto, após ser carregada, a argila é transportada por caminhões caçamba para seu destino, no caso a fábrica de cimento. Este transporte é realizado em tipos de estradas distintos, na estrada de terra, ruas pavimentadas dentro das cidades e também nas rodovias de asfalto.

Baseado nas colocações relacionadas às fases de extração da argila, na Figura 23 fica estruturado o processo de lavra.

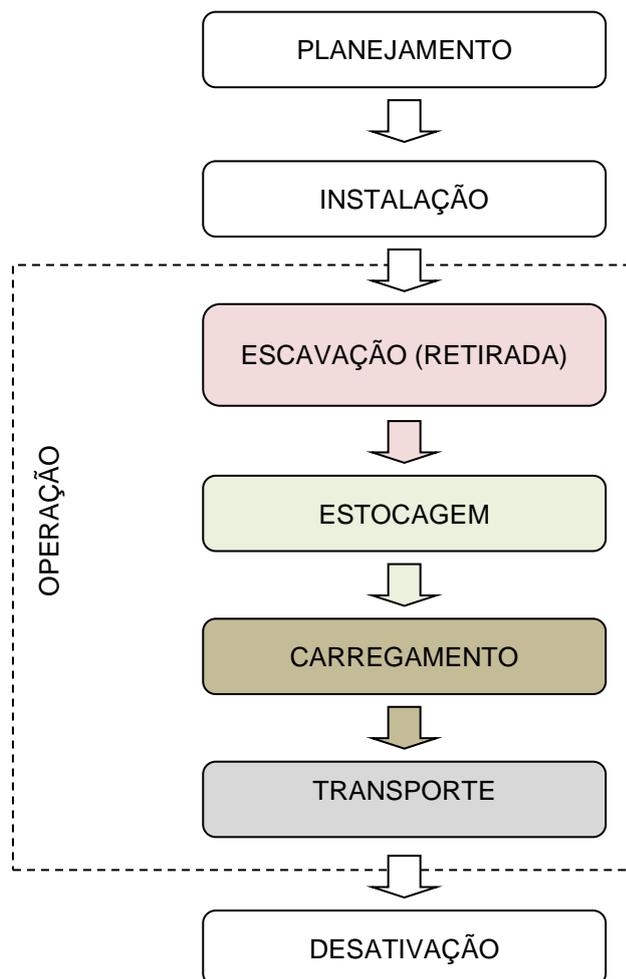


Figura 23 – Etapas do processo de Extração da Argila.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A atividade de mineração gera grandes quantidades de rejeitos inúteis para a indústria, os quais são normalmente armazenados em grandes pilhas dentro da área de arrendamento de minas ou em terrenos públicos (SANTOS, 2017).

Mechi *et al.* (2010) também destacam impactos para a atividades de lavra a céu aberto: supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração; assoreamento dos corpos d'água do entorno pela exposição do solo removido a processos erosivos; comprometimento da qualidade das águas dos rios e reservatórios em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão; impactos associados a ruídos, sobre pressão acústica e vibrações no solo associados à operação de equipamentos.

#### 4.1.2.1.3 Gipsita (Gesso)

O gesso é encontrado na natureza em jazidas sedimentares de evaporitos sob a forma de Gipsita, Bassanita e Anidrita. Sendo a Gipsita a mais usada na indústria cimenteira. O gesso é usado no cimento para regular o tempo de pega, ou seja, mantê-lo trabalhável por mais tempo, o que ocorre na medida em que este forma uma espécie de película que envolve as partículas do cimento, retardando seu endurecimento. Sua adição é realizada no final do processo (GOMES *et al.*, 2017). É importante relatar que a gipsita adicionada ao cimento é de forma natural, ou seja, vem da jazida para a fábrica de cimento sem passar pelo processo de calcinação.

A gipsita pode ser empregada na forma natural, sendo aplicada na indústria de cimento para retardo do tempo de pega. Na forma calcinada, é utilizada na indústria química, metalúrgica e em moldes artísticos, ortopédicos e dentários. (BALTAR *et al.*, 2008).

A gipsita é extraída em lavras a céu aberto, o que se deve ao fato que as jazidas apresentam capeamento não muito espesso (da ordem de 5,00 metros), favorecendo esse tipo de exploração. A mineração da gipsita é formada por 6 etapas subsequentes que são: escolha da jazida (planejamento), decapeamento (instalação), perfuração e carregamento de explosivos, desmonte, fragmentação e transporte ou estocagem do minério (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Para Mechi *et al.* (2010), antecedendo a etapa de decapeamento da mina, praticamente toda atividade de mineração implica na supressão vegetal e em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, promovendo a exposição dos solos remanescentes aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno.

Sendo assim na Figura 24, com base nas informações, foi elaborado um fluxograma buscando informar de forma mais objetiva o processo de extração da gipsita.

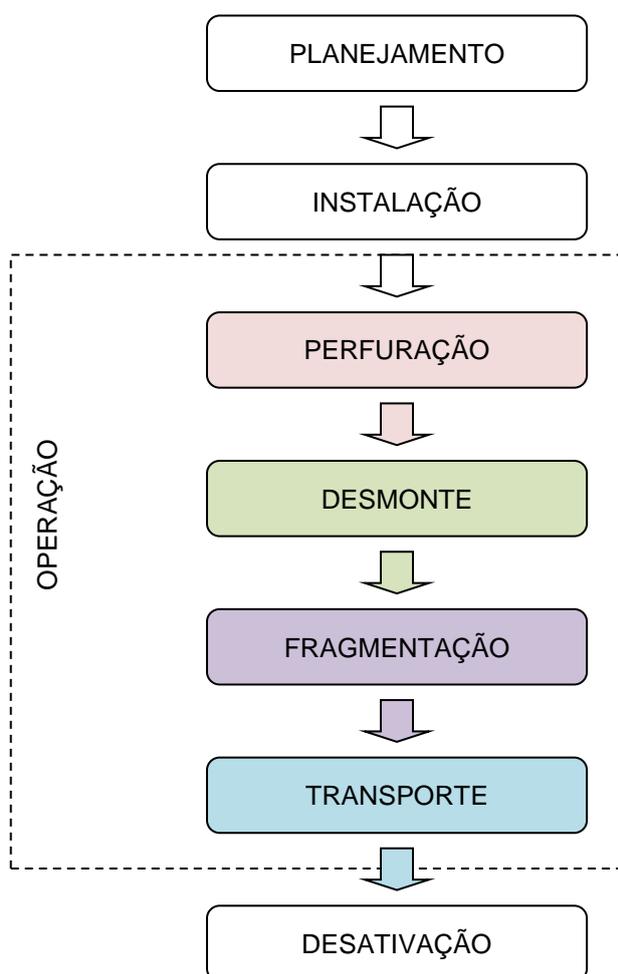


Figura 24 – Esquema do processo de Extração da Gipsita.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

No local onde se encontra a jazida de gipsita há um capeamento de solo argiloso o qual cobre o minério. Este processo de decapagem é um condicionante econômico na viabilização da lavra, sendo que este solo é armazenado para posterior reaterro na fase de recuperação da área minerada. Este material inerte é retirado e depositado em pilha de rejeito localizada em uma área determinada em estudos prévios, denominada aterro. A retirada do material é feita com o uso de retroescavadeiras e caminhões basculantes rodoviários (SANTOS, 2016).

A atividade que segue à instalação é a perfuração, sendo que o equipamento utilizado é o mesmo para os dois métodos: uma perfuratriz que opera juntamente a um compressor marca. O desmonte é realizado com explosivos granulados e emulsão encartuchada. O plano de fogo compreende a execução de furos com diâmetro de 2,5 polegadas e comprimento de 12 a 15 metros conforme a altura da bancada, espaçamento de 5,0 metros e afastamento de 2,5 metros. Além do desmonte com explosivos, é necessária a fragmentação secundária do minério por rompedores hidráulicos acoplados a escavadeiras. Na operação de carregamento do minério utilizam-se duas pás-carregadeiras sobre rodas e uma retroescavadeira hidráulica com caçamba para carregamento dos caminhões (ROCHA *et al.*, 2018).

Os impactos ambientais decorrentes desta atividade de mineração, exercem efeitos danosos no equilíbrio de todo ecossistema (MECHI *et al.*, 2010).

#### **4.1.2.1.4 Cinzas Volantes**

As cinzas volantes são obtidas pela precipitação eletrostática, ou captação mecânica em filtros, das poeiras contidas na fumaça produzida pela queima de combustível nas centrais termoelétricas a carvão (XING *et al.*, 2019).

A utilização da cinza volante é comum em cimenteiras localizadas no Rio Grande do Sul, devido à sua disponibilidade, o que facilita a logística e reduz os custos com transporte. De acordo com Patyk (2010), a cinza volante é a adição mais comum no sul do Brasil, originando-se da produção de energia termoelétrica a partir da queima do carvão.

Com base nos estudos de Danieli *et al.* (2020), no caso dos cimentos Portland com escórias ou cinza volante, tais adições geralmente não passam por nenhum processo de beneficiamento, além de, na maioria das vezes, serem resíduos de outros processos produtivos. Com o que foi colocado, é considerado como possível causadora de impacto a etapa de transporte das cinzas até a fábrica de cimento.

A cinza utilizada no cimento, é captada no fundo da caldeira e resfriada em leito de água, o que provoca sua fusão. Suas características dependem do carvão usado e das condições de queima. Esta é recolhida nas tremonhas das caldeiras, é britada, alimentando um ejetor e transportada por um sistema hidráulico de alta pressão. Depois de decantar nos silos a cinza é descarregada em caminhões abertos e transportadas até o destino (GONÇALVES *et al.*, 2004).

#### **4.1.2.2 Brita**

De acordo com Oliveira (2007), a brita é obtida em unidade industrial chamada pedreira, através de explosões controladas das rochas. Após a detonação da rocha matriz, grandes matacões (pedaços grandes de rocha) são transportados para serem triturados em equipamentos do tipo chamado britador. O material britado, é passado em peneiras onde a brita é classificada de acordo com sua granulometria, sendo então transportada para baias de armazenamento por meio de esteiras.

Conforme pesquisa realizada por Santoro e Kripka (2016), o processo de extração da brita inicia com a limpeza e perfuração do topo da jazida por uma perfuratriz e inserção dos explosivos nas mesmas. Após são realizadas as detonações dos explosivos, desprendendo as rochas de basalto da jazida, rochas que serão carregadas e transportadas até a central de britagem da mineradora.

Chegando à central de britagem, as rochas são descarregadas no britador primário tipo mandíbula, onde sofrem a primeira quebra. Quebradas em tamanhos menores, as pedras de basalto caem em correias transportadoras que as levam até o britador secundário e terciário, os dois do tipo cônico. Com estas novas fragmentações e também com a passagem por peneiras classificatórias com malhas padronizadas, são produzidos os agregados nas granulometrias normatizadas. Estando com as dimensões desejadas, os agregados são armazenados para posterior carregamento em caminhões, pesagem e transporte até a central dosadora de concreto (SANTORO; KRIPKA, 2016).

Muresan *et al.* (2015) identificam que, na produção de brita, os impactos iniciam-se no processo de limpeza do terreno, quando toda a vegetação na região da mina precisa ser removida. A supressão da vegetação, das matas ciliares e da fauna no entorno das indústrias é imprescindível à atividade. A mudança na paisagem é um dos primeiros efeitos visíveis da mineração.

O processo de mineração da brita também é responsável por impactos como a poluição do ar, causada por partículas expelidas durante os processos de detonação das rochas, assim como a fumaça emitida causada pela queima de combustível de transportes e de máquinas pesadas envolvidas na atividade. Outro impacto promovido pelos transportes e pelos equipamentos se refere às vibrações no solo, capazes de modificar as estruturas das rochas, interferindo diretamente na sua resistência. Em consequência desses fatores, ocorre também a geração do impacto sonoro (MECHI *et al.*, 2010).

Tais impactos são gerados pela movimentação durante a exploração da jazida de brita, os materiais utilizados são o perfurador, carregadeiras e caminhões que são utilizados na extração e movimentação dos agregados, sendo que tais máquinas utilizam diesel como combustível (SANTORO; KRIPKA, 2016).

Outros impactos ambientais originados pela mineração da brita, trazem sérios riscos à saúde humana. Em pesquisas neste tema realizada por Iramina *et al.* (2009), foram identificados os principais riscos aos quais os trabalhadores estão expostos em uma mineração de pedra britada. São eles:

- a poeira sílica pode causar a silicose principal doença pulmonar;
- a exposição a níveis elevados sem devida proteção pode causar perdas auditivas irreversíveis;
- incêndios e explosão tem, como consequências, perdas materiais e morte de um ou mais trabalhadores;
- blocos de rocha podem se desprender dos taludes e atingir veículos e trabalhadores no local, quedas, acidentes em geral;
- o calor com a exposição ao sol pode levar a estresse térmico, queimaduras, desidratação;
- a vibração mecânica à exposição prolongada pode provocar problemas vasculares, neurológicos, musculares e articulares;

- problemas ergonômicos, com lesões são causadas por má postura e repetição de movimentos, além de esforços excessivos no uso de equipamentos pesados.

Com base nestas explicações foi desenvolvido um esquema do processo de extração da brita (Figura 25).

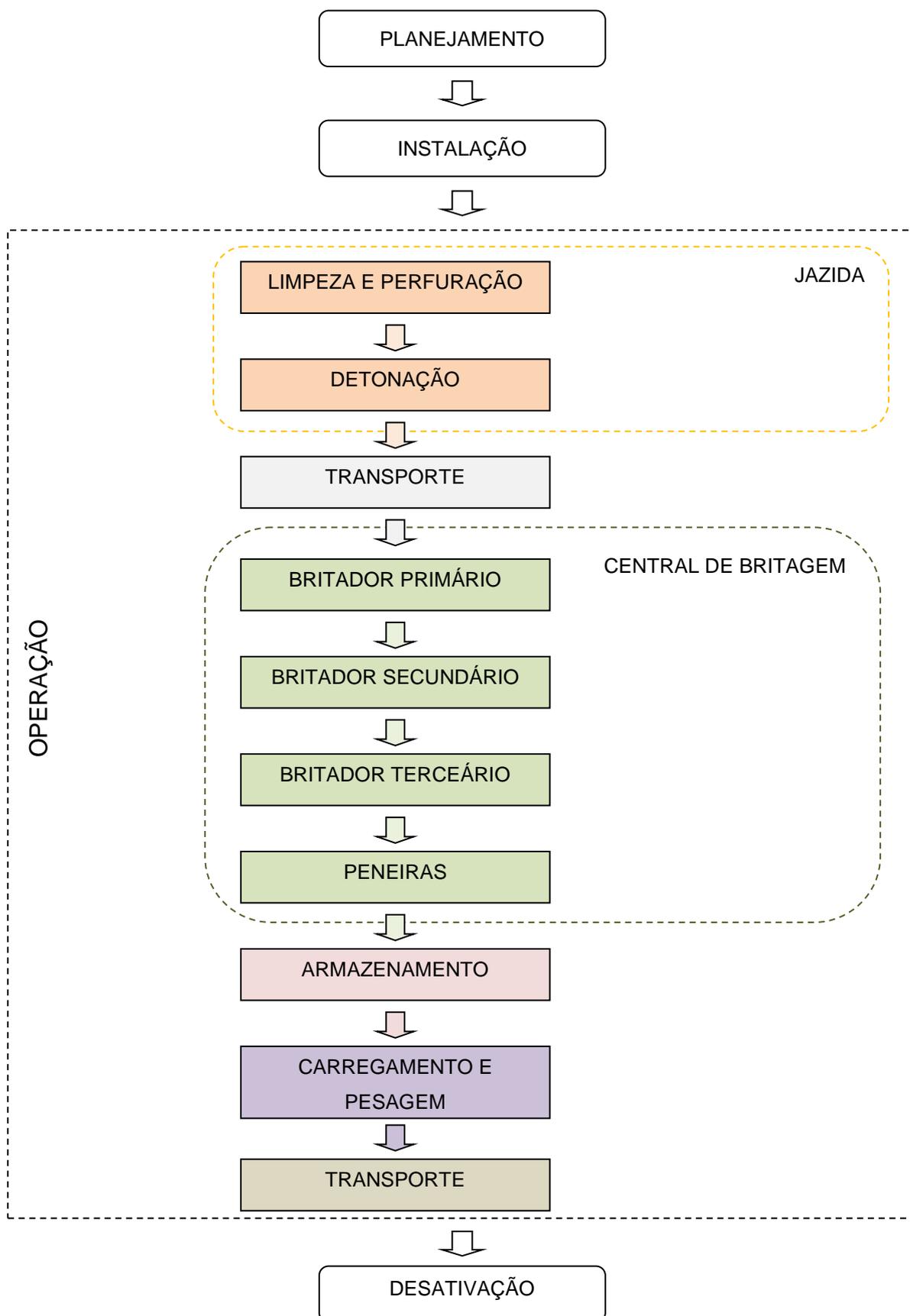


Figura 25 – Esquema do processo de Extração da Brita.  
Fonte: Adaptado de SANTORO; KRIPKA, 2016.

### 4.1.2.3 Areia

De modo geral, o processo de extração da areia natural inicia com a dragagem da jazida, de onde é retirada a areia e armazenada ao lado da jazida para o processo de secagem natural. Após o processo de secagem, a matéria-prima é carregada e levada até o local de armazenamento final, onde são realizados os processos de medições ou pesagens, para posterior liberação aos clientes (SANTORO; KRIPKA, 2016).

Segundo a ANEPAC (2021), a lavra de areia possui alguns métodos (Tabela 8).

Tabela 8 – Métodos de Lavra utilizados na Extração de Areia.

MÉTODO	SITUAÇÃO
Dragagem	Leito de Rio e Cava Submersa (Leito desviado de Rio).
Desmonete Hidráulico	Cava Seca (Leito desviados de Rio) e Cava Seca.

Fonte: Adaptado de ANEPAC, 2021.

Conforme pesquisa realizada nos sites da FEPAM e IBAMA, as principais empresas que estão em operação na região sul do estado do Rio Grande do Sul realizam a extração da areia de dois métodos: algumas em leito de rio e outras em cava seca. Dos dois métodos mais usuais, o que apresenta maior incidência é a dragagem em leito de rio (Dragagem), que com isso serviu de referência para este trabalho (ANEPAC, 2021).

Segundo Mechi (2010), a extração de areia em leito de rio causa o rebaixamento de seu leito e desequilíbrio do meio, provocando o solapamento e a erosão das margens. As intervenções necessárias para promover artificialmente a contenção desses processos são impactantes e onerosas de tal forma que, em geral, essas áreas ficam abandonadas à mercê de sucessões naturais até que estabeleça um novo equilíbrio.

O termo dragagem é generalizado para qualquer tipo de atividade em que o material é retirado sob um leito d'água, incluindo tanto máquinas que operam por simples escavação mecânica, quanto as que utilizam a força hidráulica de sucção. Ambas são utilizadas na retirada das camadas dos sedimentos arenosos submersos no fundo dos rios, lagos e represas (ALMEIDA, 2003). Ainda segundo Almeida (2003), a draga é formada por uma estrutura a qual é composta por um sistema de bombeamento sobre uma barça móvel, autopropulsora ou movida com auxílio de barco reboque, e que transporta o minério; ou sistema de bombeamento montado sobre barça com ancoragem fixa, onde o minério é transferido para as margens por tubulação sustentada sobre tambores flutuantes. A areia é transportada por tubulações usando a água como veículo, sendo que o volume de água que é bombeado com a areia volta para o rio, permanecendo um pequeno volume junto a areia.

Assim que extraída, a areia passa por um processo de peneiramento para a retirada de matérias orgânicas e materiais argilosos. O peneiramento já separa a areia por granulometria, a areia fina, média ou grossa cai da peneira e fica no fundo de caixas. Em seguida é transferida para pilhas de estocagem, assim que estiver seca é carregada por retroescavadeiras em caminhões indo para o consumidor (ANEPAC, 2021).

Fundamentado no que foi referido sobre a extração da areia na figura 26, é ilustrada a organização do processo de extração da areia.

A produção de areia é um setor básico da construção civil que demanda muitos empregos, além de ser responsável por produção de grandes volumes de material, sendo que a fase de transporte corresponde a 67% dos custos da produção deste agregado (QUARESMA, 2009).

Ao mencionar a ação de transporte na extração de areia, não se trata apenas do transporte em via pública e sim de todo o processo de extração em que a areia é carregada. Os trabalhos de carregamento e transporte são realizados por máquinas escavadeiras, pás mecânicas e caminhões caçamba. Durante essas atividades são geradas poeiras fugientes, ruídos e emissão de gases (NOBRE FILHO *et al.* 2012).

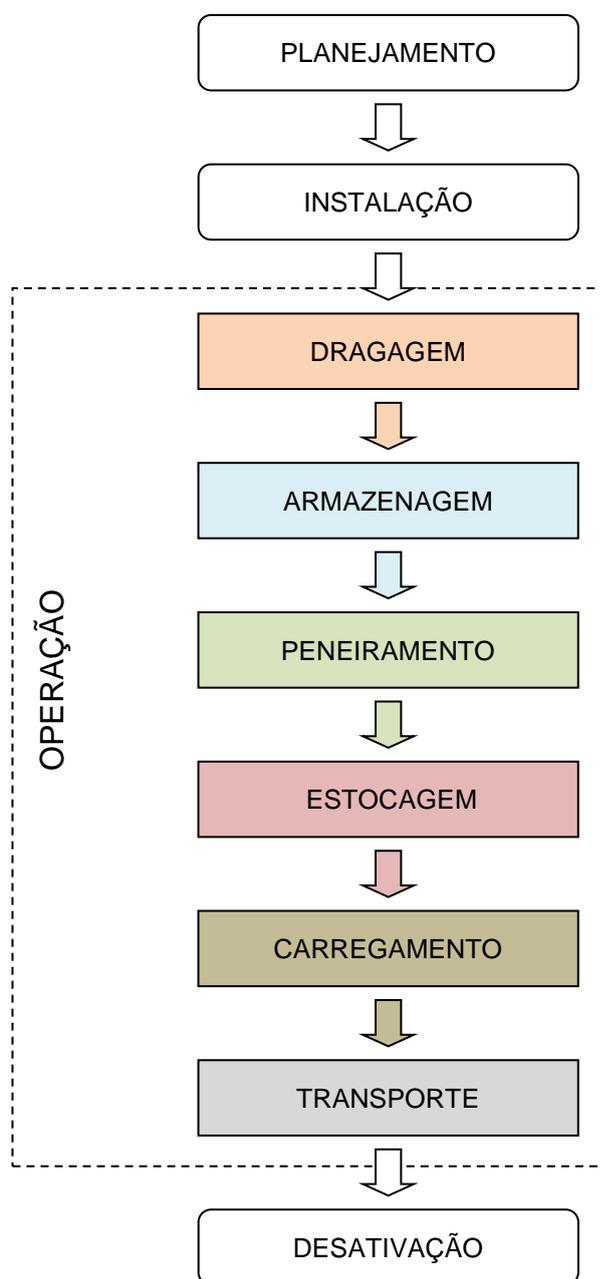


Figura 26 – Esquema do Processo de Extração da Areia.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

De acordo com estudos realizados por Santoro e Kripka (2016), dos materiais que compõem o concreto, o agregado miúdo natural (areia) é o que possui a maior contribuição do transporte no seu total de emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Um dos motivos desse fato é o funcionamento da draga que também foi considerado um meio de transporte da areia na sua extração.

#### 4.1.2.4 Água

Os estudos realizados até o presente momento mostraram que a água é um elemento que está presente no concreto e faz parte do ciclo de vida de todas as matérias-primas, desde a extração. No caso do cimento, a água é necessária para a extração das matérias-primas, auxilia na escavação, é usada na lavagem de máquinas e equipamentos, para resfriar caldeiras, amenizar o pó nas vias internas das jazidas e indústrias.

Também deve ser contabilizada a água utilizada na fabricação dos aditivos para obter determinadas características plásticas e de trabalhabilidade (CHRIST *et al.*, 2019). Existe também a água que compõem a areia natural, que normalmente é retirada de rios in natura, isto é, com água do rio em sua composição. Outro consumo de água no concreto deve considerar a água de amassamento e a água da limpeza dos caminhões (CABRAL *et al.*, 2019).

Como mencionado neste trabalho, o concreto utiliza água tratada para sua mistura. Pois bem, para o tratamento desta água, é preciso passar por um processo, tornando-a potável para consumo, assim como as matérias-primas tratadas até aqui passam por diversas etapas até serem utilizadas, a água não é diferente.

De acordo com o órgão responsável pelo tratamento da água do município de Pelotas, o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP, 2021), esta matéria-prima passa por etapas para ser tratada. Uma vez que a água é extraída do ambiente natural como água bruta, esta é submetida às seguintes etapas: Coagulação e floculação, Decantação, Filtração, Desinfecção, Fluoretação e neutralização do PH. Fundamentado no que foi colocado, a Figura 27 mostra esquematicamente as etapas de tratamento da água.

Conforme informações de SANEP (2021), nesta primeira etapa de coagulação, adiciona-se o produto coagulante, com o objetivo de formar flocos. A floculação consiste na obtenção de um agrupamento e compactação das partículas, em grandes conjuntos denominados flocos. Quanto mais densos os flocos formados e quanto mais pesados, melhor será a decantação. Esta etapa tem como objetivo a clarificação da água, com a retirada das partículas em suspensão e dissolvidas na água, através da absorção pelos flocos.

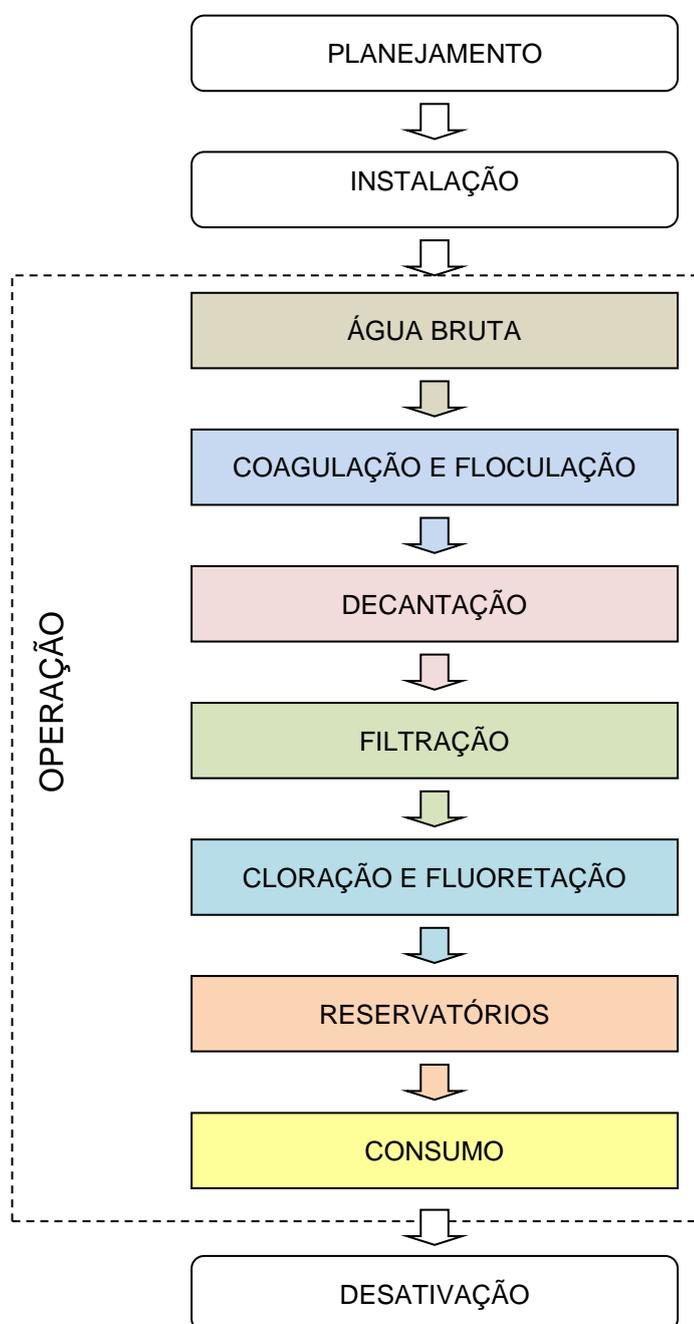


Figura 27 – Esquema das etapas do processo de Tratamento da Água.  
Fonte: Adaptado de SANEP, 2021.

Na etapa seguinte a de Decantação, é o processo de sedimentação dos flocos já formados, acumulando-se no fundo dos tanques que levam o nome de decantadores, que em geral tem a forma retangular, permitindo a saída da água límpida pela parte superior para os filtros (SANEP, 2021). Nesta etapa é gerado o lodo, que provém da sedimentação dos flocos.

O lodo gerado nas estações de tratamento de água (ETA) é um resíduo não biodegradável, rico em minerais de silicatos e matéria orgânica, incorporado pelos produtos resultantes das substâncias químicas adicionadas na água bruta durante o processo de tratamento (RODRIGUES *et al.*, 2013).

De acordo com Soares *et al.* (2004), a elevada carga de sólidos presente em lodos, lançada no corpo hídrico pode causar impactos como a elevação da turbidez das águas, ocasionando por sua vez redução da camada eutrófica, soterramento dos bentos, sombreamento das macrófitas e hiperplasia das brânquias dos peixes (aumento de tamanho do órgão devido ao aumento no número de células). Somando outros impactos, Costa Júnior (2013), coloca que as causas serão a poluição de corpos hídricos, degradação hídrica, perturbação da fauna nativa, geração de odores, veiculação de doenças, danos à saúde e ao bem-estar, perturbação da população local, interferências em áreas ambientalmente sensíveis ou protegidas, perda de recursos naturais e a proliferação de pragas e vetores.

A etapa de filtração tem como finalidade a retirada dos flocos que passam dos decantadores para os filtros e também a retenção dos microrganismos, os quais ficam retidos na malha de areia (SANEP, 2021). Estes materiais retidos constituirão os resíduos da água de lavagem de filtro. A filtração é considerada a etapa final de remoção de impurezas da água na ETA, sendo, portanto, responsável pelo cumprimento dos padrões de potabilidade da água exigidos pelas legislações (PÁDUA, 2006).

Conforme Rosa *et al.* (2009), a cloração é o processo de adição de cloro à água como um método de purificação para torná-la apta ao consumo humano como água potável. Em seu trabalho, Silva *et al.* (2015) citam que a cloração é, mundialmente, o método mais utilizado no processo de desinfecção de águas. A fluoretação é a última etapa do tratamento da água, e é usada para prevenir cárie dentária, feita através dos produtos químicos como: fluorsilicato de sódio, fluorita, etc. (SANEP, 2021).

#### 4.1.2.5 Aditivos

Conforme já mencionado neste trabalho (item 2.1.6), o aditivo mais utilizado na produção de concreto é o redutor de água. Sendo assim, entende-se que devido a grande variedade deste produto, esta pesquisa é focada neste aditivo de maior consumo.

Ao considerarmos a significativa quantidade de consumo de concreto no mundo, conseqüentemente é possível mensurar o quanto de aditivo é utilizado. Mesmo sendo tratado como um produto químico, é importante salientar que este produto é responsável por reduzir o volume de água utilizado no concreto, e por ser de origem de rejeitos da extração da celulose, trata-se de um reaproveitamento de material que poderia ser descartado (HARTMANN *et al.*, 2011).

De acordo com o Manual de utilização de aditivos para concreto (ANDRADE *et al.*, 2021), pela grande quantidade consumida de aditivo pelas concreteiras e buscando um melhor custo benefício com relação ao transporte, na maioria das vezes os aditivos são transportados a granel por caminhões tanque. Além deste tipo de transporte, existem opções como o uso de contêiners, tambores e bombonas plásticas.

Ainda conforme o manual, os aditivos devem ser armazenados em reservatórios especiais, seguindo as normas estabelecidas. Estes reservatórios devem ser lavados com periodicidade não superior a 12 meses, e o resíduo de lavagem gerado (água de lavagem e borra) deve ser descartado como resíduo químico.

Embasado nas informações pesquisadas até o presente momento, o processo de produção dos aditivos é de responsabilidade da indústria química, a qual será investigada na etapa de identificação de atividades humanas e conseqüentemente seus aspectos e impactos gerados.

### **4.1.3 Identificação das atividades humanas**

Conforme a metodologia proposta neste trabalho, após a etapa de pesquisa das fases do ciclo de vida das matérias-primas, foram identificadas e listadas as atividades humanas relacionadas. Conforme ilustrado na Tabela 9, as atividades estão identificadas por fase do empreendimento.

Tabela 9 – Identificação das Atividades Humanas na Produção de Concreto, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Produção do Concreto</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Construção
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 - Decapagem do solo
	5 - Armazenagem de Material estéril
	6 - Terraplanagem
	7 - Drenagem
	8 - Execução da Obra
	9 - Tráfego de veículos pesados
	10 - Construção de poço artesiano
	11 - Pavimentação de vias e pátios
	12 - Sistema de tratamento de água residual
	13 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 - Estocagem de Agregados
	2 - Moega (transporte por pá carregadeira)
	3 - Ponto de Carga (Carregamento da Betoneira)
	4 - Bate Lastro (mistura no caminhão)
	5 - Saída do Concreto (transporte interno)
	6 - Lavagem de Caminhões
	7 - Lavagem de pátio
	8 - Administração (Escritórios)
	9 - Transporte Interno
	10 - Recrutamento mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 - Abandono da estrutura
	2 - Retirada da estrutura (máquinas)
	3 - Demolição de Instalações
	4 - Recuperação de áreas afetadas
	5 - Subsolagem solos compactados
	6 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Neste empreendimento foram identificadas um total de 37 atividades, sendo a fase de implantação responsável pelo maior número, 13 atividades. Vale destacar a repetição da atividade de transporte, que envolve carregamento de materiais e movimentação de caminhões betoneira no pátio da concreteira.

As atividades humanas identificadas na fábrica de cimento são demonstradas na Tabela 10.

Tabela 10 – Identificação das Atividades Humanas na Fabricação do Cimento, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Fabricação do Cimento</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Construção
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 - Decapagem do solo
	5 - Armazenagem de Material estéril
	6 - Terraplanagem
	7 - Drenagem
	8 - Execução da Obra
	9 - Tráfego de veículos pesados
	10 - Construção subestação elétrica
	11 - Pavimentação de vias e pátios
	12 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 – Pré homogeneização (transporte por esteira)
	2 – Moagem e Dosagem (trituração nos moinhos)
	3 – Queima do Clínquer
	4 – Resfriador
	5 – Adições
	6 – Moagem do cimento
	7 – Expedição (Ensacamento, armazenagem e carregamento)
	8 – Administração (Escritórios)
	9 – Transporte Interno
	10 – Transporte Via Pública
	11 – Recrutamento da mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 - Abandono da estrutura
	2 - Retirada da estrutura (máquinas)
	3 - Demolição de Instalações
	4 - Recuperação de áreas afetadas
	5 - Subsolagem solos compactados
	6 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

No processo de fabricação do cimento, conforme representado na Tabela 10, foram identificadas 37 atividades humanas, tendo um número mais expressivo na fase de implantação. Assim como na produção de concreto, a atividade que se destaca é a de transporte de materiais, tanto nas vias internas como nas vias públicas.

A Tabela 11 são apresentadas as atividades humanas identificadas no beneficiamento do calcário.

Tabela 11 – Identificação das Atividades Humanas na Extração do Calcário, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Extração do Calcário</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Exploração
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 - Decapagem do solo
	5 - Armazenagem de Material estéril
	6 - Terraplanagem
	7 - Drenagem
	8 - Tráfego de veículos pesados
	9 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 - Perfuração
	2 – Desmonte por explosivos
	3 – Extração e Carregamento
	4 – Transporte Interno
	5 – Transporte Via Pública
	6 – Recrutamento mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 – Recuperação da topografia
	2 – Replanteio de Vegetação
	3 – Adubação do solo
	4 - Subsolação solos compactados
	5 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

No beneficiamento de calcário (Tabela 11), a fase de implantação foi onde identificou-se a maior quantidade de atividades humanas, sendo 9 atividades nesta fase e todo o processo somou um total de 28 atividades humanas.

As atividades humanas identificadas no processo de extração de argila, foram listadas na Tabela 12.

Tabela 12 – Identificação das Atividades Humanas na Extração da Argila, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Extração de Argila</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Exploração
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 - Decapagem do solo
	5 - Armazenagem de Material estéril
	6 - Terraplanagem
	7 - Drenagem
	8 - Tráfego de veículos pesados
	9 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 - Escavação
	2 – Estocagem
	3 – Carregamento
	4 – Transporte Interno
	5 – Transporte Via Pública
	6 – Recrutamento mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 – Recuperação da topografia
	2 – Replanteio de Vegetação
	3 – Adubação do solo
	4 - Subsolação solos compactados
	5 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na extração da argila, a fase que obteve maior número de atividades foi a fase de implantação, na qual foram identificadas 9 atividades. O total de atividades humanas na exploração da jazida foi de 28.

Na extração da gipsita, as atividades identificadas foram apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Identificação das Atividades Humanas na Extração da Gipsita, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Extração da Gipsita</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Exploração
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 - Decapagem do solo
	5 - Armazenagem de Material estéril
	6 - Terraplanagem
	7 - Drenagem
	8 - Tráfego de veículos pesados
	9 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 - Perfuração
	2 – Desmonte por explosivos
	3 – Fragmentação
	4 – Carregamento
	5 – Transporte Interno
	6 – Transporte Via Pública
	7 – Recrutamento mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 – Recuperação da topografia
	2 – Replântio de Vegetação
	3 – Adubação do solo
	4 - Subsolagem solos compactados
	5 – Instalação de estruturas contra erosão
	6 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A fase de implantação da jazida de gipsita foi onde se identificou a maior quantidade de atividades (um total de 9 atividades), sendo 30 atividades em todo o processo.

Conforme citado no item 4.1.2.1.4, a cinza volante é um resíduo adicionado na fabricação do cimento. Com isso, a fase considerada nesta pesquisa foi a de operação e na Tabela 14 são identificadas as atividade humanas correspondentes.

Tabela 14 – Identificação das Atividades Humanas presentes na fase de Operação das Cinzas Volantes.

<b>Cinzas Volantes</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Operação</b>	1 - Carregamento
	2 – Transporte Interno
	3 – Transporte Via Pública
	4 - Descarregamento
	5 – Contratação Transportadora

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A etapa de operação da cinza volante envolve praticamente o transporte do resíduo até a fábrica de cimento. Sendo assim, foram identificadas 5 atividades humanas.

O resultado da identificação das atividades humanas originadas do processo de extração da brita são citadas na Tabela 15.

Tabela 15 – Identificação das Atividades Humanas na Extração da Brita, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Extração da Brita</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Extração e Construção
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 - Decapagem do solo
	5 - Armazenagem de Material estéril
	6 - Terraplanagem
	7 - Drenagem
	8 – Execução da Obra
	9 - Tráfego de veículos pesados
	10 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 - Perfuração
	2 – Desmonte por explosivos
	3 – Carregamento p/ transporte
	4 – Britador Primário
	5 – Britador Secundário
	6 – Britador Terceário
	7 – Peneiramento
	8 - Armazenamento
	9 - Carregamento
	10 – Transporte Interno
	11- Transporte Via Pública
	12 – Recrutamento mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 - Abandono da estrutura
	2 - Retirada da estrutura (máquinas)
	3 - Demolição de Instalações
	4 – Recuperação das áreas afetadas
	5 – Recuperação da topografia
	6 – Replanteio de Vegetação
	7 – Adubação do solo
	8 - Subsolagem solos compactados
	9 – Instalação de estruturas contra erosão
	10 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Nos empreendimentos responsáveis pela extração da brita, a maior parte das atividades humanas ficaram concentradas na fase de operação com 12 atividades identificadas, o total do processo foram de 40 atividades.

No processo de mineração da areia foram identificadas 32 atividades humanas, conforme detalhadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Identificação das Atividades Humanas na Extração da Areia, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Extração da Areia</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Extração e Construção
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 - Decapagem do solo
	5 – Instalação de estruturas
	6 – Armazenamento material estéril
	7 - Terraplanagem
	8 – Trabalho de drenagem
	9 – Execução da obra (administração)
	10 – Tráfego de veículos pesados
	11 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 – Dragagem
	2 – Armazenagem
	3 – Peneiramento
	4 – Estocagem
	5 – Carregamento
	6 – Transporte Interno
	7 - Transporte Via Pública
	8 – Recrutamento mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 – Desativação
	2 – Desmonte da Estrutura
	3 – Demolição das Instalações
	4 – Subsolagem de solos compactados
	5 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As atividades humanas apresentaram-se em número superior na fase de implantação da jazida, com um total de 11 atividades.

Conforme explícito na Tabela 17, foram elencadas as atividades humanas identificadas no processo de tratamento da água para uso no concreto e consumo humano.

Tabela 17 – Identificação das Atividades Humanas no Tratamento da Água, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Tratamento da água</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Extração e Construção
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 - Armazenamento de material estéril
	5 - Decapagem do solo
	6 - Terraplanagem
	7 - Trabalho de drenagem
	8 - Execução da obra
	9 - Tráfego de veículos pesados
	10 - Instalação do sistema de captação
	11 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 - Captação da água bruta
	2 - Coagulação e Floculação
	3 - Decantação
	4 - Filtração
	5 - Cloração e Fluoretação
	6 - Armazenagem nos reservatórios
	7 - Vias de Consumo
	8 - Administração
	9 - Laboratório
	10 - Recrutamento mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 - Desativação
	2 - Desmonte da Estrutura
	3 - Demolição das Instalações
	4 - Recuperar das áreas afetadas
	5 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

No sistema de tratamento da água a maioria das atividades humanas ficaram concentradas na fase de implantação, somando um total de 11 atividades. O somatório das atividades identificadas em todo o processo de tratamento da água foi de 34 atividades humanas.

Na Tabela 18, estão listadas as atividades humanas identificadas na produção de produtos químicos, no caso os aditivos do concreto.

Tabela 18 – Identificação das Atividades Humanas na Fabricação do Aditivo, presentes nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

<b>Fabricação do Aditivo</b>	
<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
<b>Planejamento</b>	1 - Topografia
	2 - Sondagens Geotécnicas ou Geológicas
	3 - Aquisição de bens
	4 - Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos
	5 - Contratação de Serviços Técnicos especializados
	6 - Estudo do local e Arredores
	7 - Escolha da Tecnologia de Exploração
	8 - Cadastramento de Moradores
<b>Implantação</b>	1 - Abertura de Vias de Acesso
	2 - Execução das instalações do canteiro de obras
	3 - Retirada da cobertura vegetal
	4 – Armazenamento de material estéril
	5 - Decapagem do solo
	6 – Terraplanagem
	7 – Trabalho de drenagem
	8 – Execução da obra
	9 – Tráfego de veículos pesados
	10 – Instalação do sistema de tratamento de efluentes
	11 – Pavimentação de vias e pátios
	12 - Recrutamento de mão de obra
<b>Operação</b>	1 – Processo de produção dos produtos químicos
	2 – Armazenamento de produtos químicos
	3 – Administração
	4 – Transporte Interno
	5 – Transporte Via Pública
	6 – Recrutamento mão de obra
<b>Fechamento</b>	1 – Abandono de Estrutura
	2 – Retirada de Objetos artificializados
	3 – Demolição das construções
	4 – Recuperação das áreas afetadas
	5 - Demissão da mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na fase de implantação que se encontra a maior soma de atividades identificadas na fabricação de aditivos, sendo 12 atividades identificadas nesta fase e um total 31 atividades em todo o processo de fabricação.

É importante relatar que além do transporte interno nas jazidas e minérios, em alguns casos podem ocorrer o transporte em via pública, sendo a estrada que liga o local de extração até seu destino o que também geram impactos significativos.

O transporte é uma etapa crítica da produção, pois influi com cerca de 1/3 a 2/3 do custo final do produto. Como o transporte é comumente o rodoviário, essa restrição imposta pela distância mostra-se como uma barreira importante à entrada desses produtos no mercado (SERNA *et al.*, 2009).

De acordo com estudo de Castro *et al.* (2015), verificou-se que as emissões do concreto são provenientes, em sua grande maioria, da obtenção de suas matérias-primas. No caso dos agregados, as emissões são pouco representativas em sua produção, porém expressivas para o transporte. Já para o cimento, a sua produção impacta mais do que o transporte.

Em síntese, o maior número de atividades humanas identificadas está na extração da brita com um total de 40 atividades. A fase com maior número de atividades é na fase implantação na produção de concreto, para a qual foram identificadas 13 atividades.

De maneira geral, a matéria-prima que obteve o menor número de atividades identificadas foi a cinza volante, até pelo fato de ter apenas a fase de operação.

#### **4.1.4 Classificação das atividades humanas (tipologias) na fase de extração, transporte e produção de cada material de acordo com legislação**

Em concordância com o que foi colocado no item 3.2.4 deste trabalho, todo o empreendimento que realize atividade humana pertencente às listas dispostas nas resoluções CONAMA nº 237 (1997) e CONSEMA nº 372 (2018), necessitam elaborar o EIA, para obterem o licenciamento ambiental, sendo que na resolução CONAMA nº 237 são sugestões de atividades e na resolução CONSEMA nº 372 são determinações.

Com as atividades humanas identificadas durante todo o processo tanto da produção do concreto, fabricação do cimento e das extrações das matérias-primas, esta etapa consiste em classificar estas atividades humanas de acordo com a atividades licenciáveis (tipologias) listadas na legislação vigente em nosso país e do estado do RS como referência.

Conforme ilustrado na Tabela 19, estão listadas as atividades licenciáveis (tipologias) do empreendimento da produção de concreto, tanto a nível de legislação nacional quanto na esfera estadual.

Tabela 19 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Produção do Concreto.

Produção do Concreto									
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)									
16. Indústrias diversas: usinas de produção de concreto.									
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)									
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA PORTE	POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
1053,00	Usina de produção de concreto	Área útil (m <sup>2</sup> )	Médio	Até 250,00	De 250,01 a 1000,00	De 1000,01 a 2000,00	De 2000,01 a 10000,00	De 10000,01 a 40000,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:

	Impacto Local
	Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A lista da resolução CONAMA nº 237 (1997), tem uma definição mais direta da atividade sem muita informação, já a lista estadual da Resolução CONSEMA nº 372 (2018) é mais detalhada abordando inclusive se a competência de licenciamento é do órgão municipal ou de órgão estadual dependendo do porte do empreendimento.

Na Tabela 20 são classificadas as tipologias referentes ao empreendimento de fabricação do cimento.

Tabela 20 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Fabricação do Cimento.

Fabricação do Cimento									
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)									
2. Indústria de produtos minerais não metálicos: fabricação e elaboração de produtos minerais não metálicos tais como: produção de material cerâmico, cimento, gesso, amianto e vidro, entre outros.									
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)									
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA PORTE	POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
1050,10	Fabricação de Cimento	Área útil (m²)	Alto	-	De 250,01 a 1000,00	De 1000,01 a 2000,00	De 2000,01 a 10000,00	De 10000,01 a 40000,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:

	Impacto Local
	Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

De acordo com o a classificação da atividade licenciável, o licenciamento ambiental para empreendimentos de fabricação de cimento é de competência do órgão estadual independente de seu porte.

A classificação das atividades (tipologias) dos empreendimentos responsáveis pela extração do calcário foram elencadas na Tabela 21. Como no caso do cimento, o licenciamento ambiental para a atividade de extração do calcário também é de responsabilidade apenas do estado.

Tabela 21 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração do Calcário.

Extração do Calcário									
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)									
1. Extração e tratamento de minerais: lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento.									
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)									
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
		DE MEDIDA PORTE							
530,01	Lavra de Calcário, Argila industrial (Caulim) – a céu aberto e com recuperação de área degradada.	Poligonal útil (ha).	Alto	-	Até 10	De 10,01 até 50,00	De 50,01 até 80,00	De 80,01 até 120,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:



Impacto Local



Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A extração da argila foi classificada com as atividades (tipologias) listadas na Tabela 22.

Tabela 22 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração da Argila.

Extração da Argila									
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)									
1. Extração e tratamento de minerais: lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento.									
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)									
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA PORTE	POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
530,11	Lavra de Argila – a céu aberto e com recuperação de área degradada.	Poligonal útil (ha).	Médio	-	Até 2,5	De 2,51 até 5,00	De 5,01 até 10,00	De 10,01 até 25,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:



Impacto Local



Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Os empreendimentos responsáveis pela extração da Gipsita foram enquadrados nas atividades licenciáveis (tipologias) relacionadas na Tabela 23.

Tabela 23 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração da Gipsita.

Extração da Gipsita										
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)										
1. Extração e tratamento de minerais: lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento.										
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)										
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE		POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
		DE MEDIDA PORTE								
530,08	Lavra de Rocha para uso imediato na construção civil – a céu aberto sem britagem e com recuperação de área degradada.	Poligonal útil (ha).		Médio	-	Até 5,00	De 5,01 até 10,00	De 10,01 até 20,00	De 20,01 até 40,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:

	Impacto Local
	Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Mesmo se tratando de resíduo, o processo de uso da cinza volante tem sua atividade classificada (Tabela 24) como licenciável em ambas esferas, nacional e estadual.

Tabela 24 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual no Uso da Cinza Volante.

Uso da Cinza Volante									
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)									
18. Serviço de Utilidade: tratamento e destinação de resíduos industriais (líquidos e sólidos).									
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)									
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
		DE MEDIDA PORTE							
530,06	Co-processamento de resíduo sólido industrial classe II a em fornos de cimento.	Volume de total de resíduos (m³/mês).	Médio	-	Até 75,00	De 75,01 até 300,00	De 300,01 até 3000,00	De 3000,01 até 5000,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:

	Impacto Local
	Licenciamento Estadual

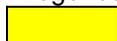
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As atividades (tipologias) que foram classificadas no processo de extração da brita de acordo com a legislação estão especificadas na Tabela 25.

Tabela 25 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração da Brita.

Extração da Brita										
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)										
1. Extração e tratamento de minerais: lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento.										
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)										
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE		POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
		DE MEDIDA PORTE								
530,06	Lavra de Rocha para uso imediato na construção civil – a céu aberto com britagem e com recuperação de área degradada.	Poligonal útil (ha).	Médio	-		Até 5,00	De 5,01 até 20,00	De 20,01 até 40,00	De 40,01 até 60,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:



Impacto Local



Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na Tabela 26, estão classificadas as atividades licenciáveis para empreendimentos que atuam na extração de areia.

Tabela 26 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Extração da Areia.

Extração da Areia										
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)										
1. Extração e tratamento de minerais: lavra garimpeira										
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)										
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE		POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
		DE MEDIDA	PORTE							
530,12	Lavra de areia e/ou cascalho, em recurso hídrico superficial.	Poligonal útil (ha).	Alto	-	Até 10,00	De 10,01 até 25,00	De 25,01 até 50,00	De 50,01 até 100,00	demais	

Legenda para competência de licenciamento:



Impacto Local



Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As atividades licenciáveis relacionadas com o tratamento de água, foram elencadas na Tabela 27.

Tabela 27 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual no Tratamento da Água.

Tratamento da Água									
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)									
18. Serviços de utilidade: estações de tratamento de água									
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)									
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE			PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
		DE MEDIDA PORTE	POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA					
3511,10	Sistema de Abastecimento de água (captação, adução, de água bruta e tratamento) com uso de reservatório artificial de água.	Vazão (m³/dia)	Alto	-	Até 6000	De 6000,01 a 12000,00	De 12000,01 a 36000,00	De 36000,01 a 58000,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:

	Impacto Local
	Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Estão classificadas na Tabela 28, as atividades licenciáveis referentes à fabricação de aditivos para o concreto.

Tabela 28 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal e Estadual na Fabricação de Aditivo.

Fabricação de Aditivo									
TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)									
11. Indústria Química: produção de substâncias e fabricação de produtos químicos.									
TIPOLOGIA ESTADUAL (RS) - CONSEMA nº 372 (2018)									
CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA PORTE	POTENCIAL POLUIDOR	NÃO INCIDÊNCIA	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
2020,0	Fabricação de Produtos Químicos	Área útil (m <sup>2</sup> )	Alto	-	Até 250,00	De 250,01 até 2000,00	De 2000,01 até 10000,00	De 10000,01 até 40000,00	demais

Legenda para competência de licenciamento:

	Impacto Local
	Licenciamento Estadual

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

De acordo com o Manual de utilização de aditivos químicos para concreto (ANDRADE *et al.*, 2021), a utilização do Aditivo químico deve seguir as recomendações da Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), fazendo com que a manipulação e o transporte deste material sejam feitos com segurança, com o uso adequado dos equipamentos de proteção individual. Também deve obedecer ao modo correto de disposição e descarte atendendo às legislações ambientais locais, estaduais ou federais vigentes.

É importante frisar que a atividade de transporte em via pública está presente em todos os processos de extração, produção e fabricação embora cada um com sua particularidade devido ao tipo de carga. Como resultado da pesquisa realizada neste trabalho, ocorreu um fato isolado: conforme a tabela 29, a atividade de transporte de produto químico, exige licenciamento somente em nível federal, não tendo classificação a nível estadual. Sendo assim, foi classificada a atividade licenciável para essa atividade.

Tabela 29 – Classificação das Tipologias de acordo a legislação Federal no Transporte de Aditivo.

<b>Transporte de Aditivo</b>
<b>TIPOLOGIA FEDERAL - CONAMA nº 237 (1997)</b>
19. Transporte, terminais e depósitos: transporte de carga perigosa.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

#### **4.1.5 Identificação dos aspectos e impactos ambientais referentes às tipologias**

Com o propósito de identificar os aspectos e impactos ambientais, foi elaborada uma lista preliminar, extraindo das listas de verificação os possíveis aspectos e impactos que teriam relação com as atividades de extração, fabricação, produção e transporte das matérias primas. No APÊNDICE A, é demonstrada a relação prematura dos impactos e aspectos ambientais. Estes foram identificados e classificados no meio em que pertencem, no Meio Físico (50), no Meio Biótico (78) e no Meio Antrópico (62). Esta lista resultou na identificação de 190 aspectos e impactos ambientais.

Em seguida foram desenvolvidas as matrizes de interação (APÊNDICE B), as matrizes foram organizadas com os aspectos e impactos relacionados nos meios físico, biótico e antrópico na posição vertical. As atividades humanas foram classificadas dentro das fases do empreendimento planejamento, implantação, operação e fechamento e organizadas na posição horizontal.

Com a lista de atividades (colunas) e de impactos ambientais (linhas) colocadas na matriz, foi realizada a interação entre Atividade e Impacto, sendo marcado com (“X”) a célula em que corresponde à linha do impacto gerado pela atividade presente na coluna.

Sabendo-se que cada material passa por um processo de ciclo de vida diferente, conseqüentemente suas atividades também são distintas, com isso a interação foi efetuada individualmente. Para a análise dos resultados, foram relacionados todos os aspectos e impactos identificados colocando-os em apenas uma lista, as informações foram vinculadas conseguindo assim analisar de forma integrada.

Considerando todos os empreendimentos, seus meios e etapas, foram identificados 76 aspectos e impactos ambientais (Tabela 31), sendo 15 impactos positivos e 61 impactos negativos. O maior número de impactos positivos está identificado no meio Antrópico, com 13 impactos e os outros 2 no meio Biótico.

Tabela 30 – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais Identificados e a quantidade de vezes que foram gerados em cada Fase dos empreendimentos.

Item	Aspectos e Impactos Ambientais	Fase de Planejamento	Fase de Implantação	Fase de Operação	Fase de Fechamento	SOMA
1	Aceleração da extração da jazida	6	2	0	0	8
2	Aceleração na construção da obra (+)	6	2	0	0	8
3	Afugentamento da fauna	18	86	44	21	169
4	Alteração da disponibilidade de recursos naturais	9	65	22	0	96
5	Alteração da paisagem	9	64	26	24	123
6	Alteração da qualidade da água pela resuspensão e descarte dos sedimentos	0	0	1	0	1
7	Alteração da qualidade da água pela resuspensão e descarte dos sedimentos lagunares	0	0	2	2	4
8	Alteração da qualidade do ar	9	77	56	27	169
9	Alteração da taxa de infiltração da água	9	54	15	10	88
10	Alteração das águas superficiais	18	74	55	23	170
11	Alteração das propriedades físicas e biológicas do solo	18	52	21	16	107
12	Alteração das qualidades do solo	18	56	52	27	153
13	Alteração geomorfológica	9	45	8	10	72
14	Alteração geotérmica do terreno	0	36	10	10	56
15	Alteração na composição dos sedimentos de fundo	0	0	1	0	1
16	Alteração na topografia do fundo de rio	0	0	1	0	1
17	Alteração ou destruição de patrimônio arqueológico e paleontológico pelas intervenções previstas	18	63	16	0	97

Tabela 30 – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais Identificados e a quantidade de vezes que foram gerados em cada Fase dos empreendimentos.  
(Continuação)

18	Desenvolvimento de condições anaeróbicas em águas estacionárias ou de velocidade lenta	0	8	4	0	12
19	Aquecimento global	18	73	46	20	157
20	Assoreamento de corpos d'água	0	55	17	16	88
21	Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d'água	0	0	4	0	4
22	Aumento da demanda por habitação (+)	0	12	10	0	22
23	Aumento da demanda sobre a infraestrutura e serviços públicos	0	13	11	0	24
24	Aumento da arrecadação de impostos (+)	9	12	11	0	32
25	Aumento de renda (+)	0	16	10	0	26
26	Comprometimento da disponibilidade de recurso (consumo de energia)	0	28	41	0	69
27	Comprometimento do ecossistema	9	40	10	0	59
28	Conflitos pela terra	0	18	0	0	18
29	Consumo de combustível	18	77	40	20	155
30	Crescimento econômico na região (+)	0	20	10	0	30
31	Crescimento populacional associado (+)	0	14	10	0	24
32	Criação de cursos de capacitação (EJA) (+)	0	13	12	0	25
33	Danos ao habitat animal	18	57	14	9	98
34	Degradação da vegetação	18	39	5	0	62

Tabela 30 – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais Identificados e a quantidade de vezes que foram gerados em cada Fase dos empreendimentos.  
(Continuação)

35	Depósito de resíduos	0	60	23	9	92
36	Descaracterização do entorno	0	36	8	12	56
37	Desconforto ambiental	18	73	26	16	133
38	Desorganização da malha urbana	0	0	2	3	5
39	Deterioração do sistema viário	9	66	12	4	91
40	Redução de disponibilidade hídrica	9	30	22	0	61
41	Erosão	9	48	9	11	77
42	Estresse sobre a vegetação	0	37	11	3	51
43	Geração de efluentes (sanitários e água de serviço)	0	19	7	0	26
44	Geração de empregos (+)	45	95	82	41	263
45	Geração de expectativa na população	9	25	10	0	44
46	Geração de vibrações	18	84	17	13	132
47	Impacto visual	9	64	39	36	148
48	Impacto a flora	9	36	18	13	76
49	Incômodo na população, polêmica	36	26	5	20	87
50	Incremento da insolação - luminosidade	0	24	13	13	50
51	Indução de imigração	0	26	14	4	44
52	Interferência nas comunidades bentônicas e plantônicas	0	0	4	0	4

Tabela 30 – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais Identificados e a quantidade de vezes que foram gerados em cada Fase dos empreendimentos.  
(Continuação)

53	Modificação do relevo	0	45	8	4	57
54	Modificação na cadeia alimentar	9	50	15	1	75
55	Mortalidade da fauna terrestre por atropelamento e caça	9	54	22	14	99
56	Mudanças climáticas	9	77	37	19	142
57	Ocupação clandestina, desvalorização	0	0	0	3	3
58	Perda de espécies terrestres	9	52	18	1	80
59	Poluição do ar	9	75	46	22	152
60	Produção de resíduos orgânicos	18	55	22	0	95
61	Produção de resíduos químicos	0	2	10	0	12
62	Produção de resíduos sólidos	0	20	12	11	43
63	Proliferação da fauna (+)	0	2	0	15	17
64	Proliferação da flora (+)	0	2	0	14	16
65	Proliferação de vetores	0	23	12	9	44
66	Qualidade de vida (+)	9	10	12	7	38
67	Rebaixamento do leito	0	0	1	0	1
68	Redução da vitalidade da economia local	0	2	0	14	16
69	Redução de acidentes de trabalho (+)	9	4	0	6	19
70	Risco de mortandade de peixes	0	2	5	0	7

Tabela 30 – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais Identificados e a quantidade de vezes que foram gerados em cada Fase dos empreendimentos.  
(Continuação)

71	Riscos de mortandade de peixes associado com a dragagem e remobilização de sedimentos	0	0	1	0	1
72	Riscos à saúde humana	18	72	67	32	189
73	Poluição Sonora	18	82	60	31	191
74	Substituição das atividades de agricultura familiar e pecuária extensiva por mineração	6	0	0	0	6
75	Substituição das atividades de pesca	0	1	2	0	3
76	Valorização imobiliária (+)	8	14	3	10	35
<b>Total de Impactos por Fase dos Empreendimentos</b>		<b>539</b>	<b>2564</b>	<b>1260</b>	<b>646</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na Tabela 30, na segunda coluna, são listados os aspectos e impactos ambientais identificados nas listas de verificação, considerando todos os empreendimentos e suas atividades responsáveis pela extração, produção, fabricação e transporte das matérias-primas do concreto. Nas demais colunas estão as fases dos empreendimentos, nos cruzamentos das colunas com as linhas existe um número, o qual demonstra a quantidade de vezes que o referido impacto foi gerado naquela determinada fase. Estes números são resultados das matrizes de interação desenvolvidas neste trabalho, estas matrizes (APÊNDICE B) foram aplicadas em cada material individualmente. A aplicação da matriz foi fundamental para mapear e localizar os meios, fases e atividades que geram impactos.

Como pode ser observado na Tabela 30, na linha 43 foi destacado com linha pontilhada azul o impacto positivo com maior número de repetições a Geração de Empregos com 263 interações, sendo sua maior concentração a fase de Implantação dos empreendimentos. Na linha 73, assinalado com linha pontilhada vermelha foi destacado o impacto negativo a Poluição Sonora com maior número de interações e destacando-se também na fase de Implantação.

Ao serem analisados os resultados obtidos com a matriz de interação (APÊNDICE B) e listas de verificação, foram criadas tabelas com os principais dados de cada matéria-prima. Na primeira coluna foram inseridos os itens analisados no empreendimento, na segunda coluna os resultados obtidos na matriz de interação. Na coluna dos resultados estão representados por números as quantidades de interações obtidas ou em texto descrevendo o impacto, a fase ou o meio.

Na Tabela 31, são apresentados os resultados da análise na matriz de interação da atividade de Produção do Concreto.

Tabela 31 – Resultados da Análise realizada na usina de Produção do Concreto.

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	37
Total de Impactos Ambientais:	63
Total de Interações:	527
Atividade humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (33)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Poluição Sonora e Riscos à saúde (24)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (28)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na análise da etapa de produção o concreto, resultou uma total atividade humanas (37), que o coloca junto com a extração da brita e fabricação do cimento com os maiores números neste item. Observando os resultados da matriz de interação (APÊNDICE B), entende-se que esse número elevado de atividades humanas (37) se deve ao fato de que na além da construção da usina, também foi levada em consideração a construção de um sistema de tratamento de água residual. Fato este que se relaciona diretamente com o resultado do item Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas, sendo a Geração de Empregos (33), resultando na etapa que mais gera este impacto.

Os impactos ambientais negativos em maior número de Atividades Humanas foram Poluição Sonora e Riscos à Saúde (24), o que coloca a produção do concreto como uma das maiores geradoras de impactos negativos.

Na etapa da indústria do Cimento (tabela 32), quando comparada com as outras atividades, destaca-se uma significativa quantidade de Atividades Humanas (36). De acordo com resultado no APÊNDICE B, esse número se deve a instalação de uma Subestação Elétrica além da construção da Fábrica. Devida a este elevado número de atividades, conseqüentemente faz com que a Geração de Empregos (32) tenha um número expressivo como impacto ambiental positivo.

Tabela 32 – Resultados da Análise realizada na indústria Cimenteira (Fabricação do Cimento).

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	36
Total de Impactos Ambientais:	64
Total de Interações:	521
Atividade humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (32)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Poluição Sonora e Riscos à Saúde (23)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (29)

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

A Tabela 33, traz os resultados obtidos na análise feita na atividade de Extração do Calcário.

Tabela 33 – Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração de Calcário.

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	28
Total de Impactos Ambientais:	61
Total de Interações:	511
Atividade Humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (24)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Afugentamento da Fauna (18)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (28)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Um fato que difere as atividades analisadas é que na atividade de Extração do Calcário o impacto negativo em maior número de Atividades Humanas é o Afugentamento da Fauna. Isto se deve aos ruídos gerados pelas explosões das rochas e a movimentação de máquinas e caminhões. Outra situação que ocorre nesta atividade é o impacto ambiental positivo, o número da Geração de Emprego (24) está entre os menores das atividades estudadas. Relacionando com as Atividades Humanas, o motivo do baixo número de Geração de Empregos é pelo uso de máquinas na extração e pouca mão de obra, o que aumenta o Afugentamento da fauna e reduz a mão de obra.

Os resultados alcançados na análise da Extração da Argila, é informado na Tabela 34.

Tabela 34 – Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração de Argila.

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	28
Total de Impactos Ambientais:	61
Total de Interações:	485
Atividade Humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (24)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Afugentamento da Fauna e Poluição Sonora (18)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (28)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A atividade de Extração da Argila tem o menor o número de interações (485) apresentadas entre as matérias-primas analisadas. Esse número se torna menor devido ao processo de extração da argila ser mais simples, reduzindo o uso de máquinas e caminhões, principalmente na fase de operação. Assim como a Extração de Cálcio, a Extração da Argila tem como resultado um número de impactos positivos inferior as outras atividades, apresentando a Geração de Emprego com 24.

Os resultados da análise nas Jazidas de Gipsita, foram elencados na Tabela 35.

Tabela 35 – Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração da Gipsita.

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	29
Total de Impactos Ambientais:	61
Total de Interações:	512
Atividade Humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (24)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Afugentamento da Fauna e Poluição Sonora (18)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (28)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O processo de Extração da Gipsita apresenta resultados próximos a atividade de Extração do Calcário. A situação que diferencia esta atividade da Extração de Calcário, é que na extração da Gipsita o impacto ambiental negativo em maior número de atividades humanas são Afugentamento da Fauna e Poluição Sonora (18).

A análise efetuada no uso da Cinza Volante resultou nos dados inseridos na Tabela 36.

Tabela 36 – Resultados da Análise realizada no Uso da Cinza Volante.

Itens analisados	Resultados
Total de Atividades Humanas:	5
Total de Impactos Ambientais:	30
Total de Interações:	68
Atividade Humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Carregamento (14)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (5)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Alteração da Qualidade do Ar; Alteração das Qualidades do Solo; Alteração das Águas Superficiais; Poluição Sonora; Afugentamento da Fauna; Aquecimento Global; Poluição do ar; Consumo de Combustível e Risco a Saúde humana. (4)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Operação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (19)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O Uso da Cinza Volante é a matéria-prima que apresentou a maior diferença de resultados ao compararmos com os outros elementos do concreto, devido ao fato desta atividade apresentar apenas a fase de Operação em seu ciclo de vida. O número de atividade em seu processo foi bem menor com apenas 5; os impactos ambientais gerados chegam a ser metade (30) da maioria; baixo número de interações (68), diferente também em relação a atividade que mais gera impacto (Carregamento). Dos resultados analisados, os que se mantiveram iguais foram o impacto positivo de Geração de Empregos, e o meio com maior número de impactos o Antrópico. Um fato isolado, é o número de impactos ambientais presentes, sendo que foram identificados 9 impactos negativos distribuídos em 4 atividades.

A análise exercida na atividade de Extração da Brita, resultou nos dados expostos na Tabela 37:

Tabela 37 – Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração da Brita.

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	40
Total de Impactos Ambientais:	62
Total de Interações:	687
Atividade Humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (35)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Poluição Sonora; Afugentamento da Fauna (28)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (19)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Das atividades analisadas neste trabalho a Extração da Brita destaca-se por ser a que resultou em possuir o maior número de atividades humanas (40). Esta atividade também é responsável por gerar o impacto positivo em maior número de atividades humanas, a Geração de Empregos (28). Somando-se a isso é a atividade que mais gera impactos ambientais negativos em maior número de atividades humanas, a Poluição Sonora e Afugentamento da Fauna resultante de 28 atividades cada um. O resultado destes dois números, é a maior quantidade de interações das atividades analisadas, um total de 687.

A pesquisa exercida na Extração da Areia resultou nos dados inseridos na Tabela 38.

Tabela 38 – Resultados da Análise realizada nas jazidas de Extração da Areia.

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	35
Total de Impactos Ambientais:	71
Total de Interações:	601
Atividade Humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (28)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Poluição Sonora; Afugentamento da Fauna; Risco à Saúde Humana; (22)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (30)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

De acordo com os resultados inseridos na Tabela 38, é interessante frisar que esta atividade é responsável por ser a que tem o maior número de impactos ambientais (71). O motivo desta lista ser mais extensa quando comparada às outras atividades, é que a extração da areia tem suas atividades relacionadas com a água, o ar e o solo, o que faz com que o número de impactos gerados seja maior.

Tabela 39 – Resultados da Análise realizada no Sistema de Tratamento da Água.

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	34
Total de Impactos Ambientais:	68
Total de Interações:	568
Atividade Humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (30)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Alteração das Águas Superficiais; Risco à Saúde Humana; (20)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (29)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Conforme demonstrado na tabela 39, a análise na atividade de Tratamento da Água teve como resultado uma quantidade de impactos ambientais (68) significativo, o que faz esta atividade ser uma das que mais gera impactos ambientais. Importante destacar os impactos ambientais positivos (30), destacando-se pela Geração de Empregos.

Os estudos realizados na Indústria Química (Fabricação do Aditivo) resultaram nos dados colocados na Tabela 40.

Tabela 40 – Resultados da Análise realizada na Indústria Química (Fabricação do Aditivo).

<b>Itens analisados</b>	<b>Resultados</b>
Total de Atividades Humanas:	32
Total de Impactos Ambientais:	68
Total de Interações:	549
Atividade Humana que gerou mais Impactos Ambientais:	Retirada da Cobertura Vegetal (38)
Impacto Ambiental Positivo em maior número de Atividades Humanas:	Geração de Empregos (28)
Impacto Ambiental Negativo em maior número de Atividades Humanas:	Poluição Sonora (20)
Fase do empreendimento que gerou mais Impactos Ambientais:	Implantação
Meio com maior número de Impactos Ambientais:	Antrópico (28)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na atividade de fabricação do Aditivo, o número de impactos ambientais gerados (68) está entre os mais altos das atividades citadas neste trabalho. O motivo deste resultado é semelhante ao que ocorre na Produção de Concreto, na implantação da indústria química também é necessária a construção de uma Estação de Tratamento de Efluentes o que faz aumentar os impactos gerados.

Esta atividade foi a única onde o maior impacto negativo gerado foi apenas a Poluição Sonora, devido ao ruído emitido em distintos momentos dentro de suas fases.

#### **4.1.6 Análise integrada dos impactos positivos e negativos no âmbito social, ambiental e econômico**

Os 76 impactos ambientais positivos e negativos identificados em todos os empreendimentos envolvidos nesta pesquisa foram distribuídos conforme Figura 28.

De acordo com a ilustração, o empreendimento que acumula a maioria dos aspectos e impactos ambientais gerados é a Extração de Areia com 71 aspectos e impactos gerados. Corroborando com este resultado, Valporto e Azevedo (2016) cita que a extração de areia para a produção de concreto é uma das principais fontes causadora de impactos ambientais entre as atividades envolvidas.

Desconsiderando a Extração de Areia e a Cinza Volante, a quantidade de aspectos e impactos gerados nos empreendimentos foram de números bem aproximados oscilando de 61 a 68 impactos. Das matérias-primas analisadas no gráfico a que gera a menor quantidade de impactos é a Cinza Volante. Isto se deve ao fato de tratar-se de um resíduo de usinas não passando por nenhum processo de produção (DANIELI *et al.*, 2020).

### Quantidade de Impactos gerados por Empreendimento

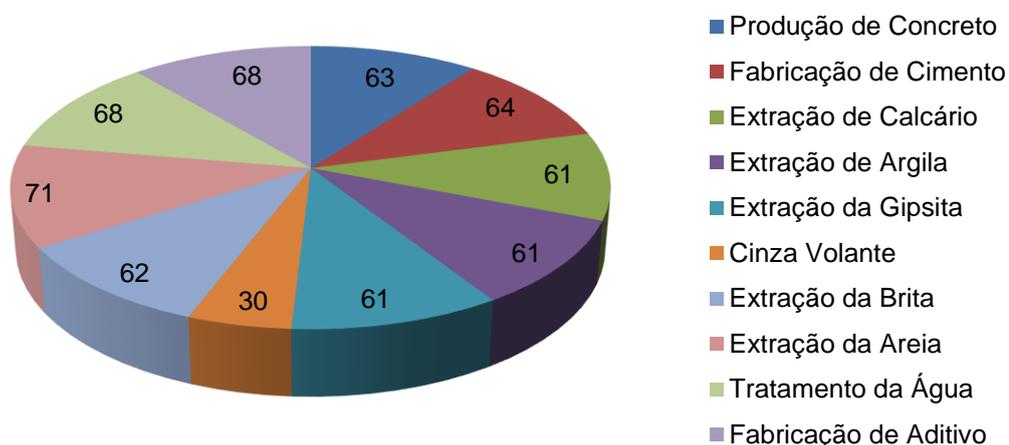


Figura 28 – Gráfico representando a quantidade de Aspectos e Impactos Ambientais gerados por empreendimento.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Com base nas informações retiradas da lista de aspectos e impactos identificados (Tabela 31), foi ilustrado na Figura 29 como estão distribuídos os aspectos e impactos ambientais em seus meios.

### Distribuição dos impactos em seus Meios

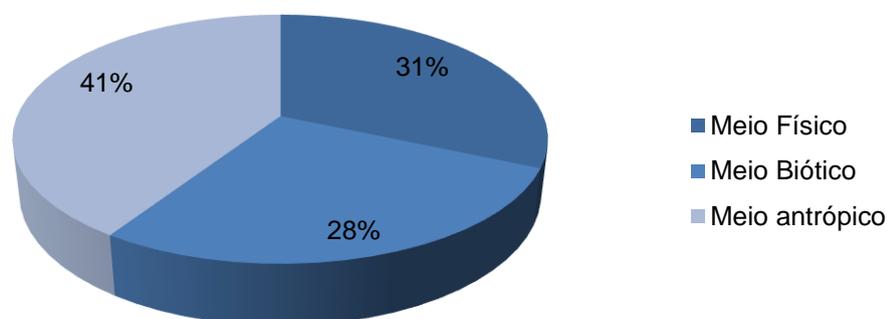


Figura 29 – Gráfico com a distribuição dos Aspectos e Impactos Ambientais em seus Meios.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

É percebido na Figura 29 que a maior parte dos aspectos e impactos identificados compõem o meio Antrópico, seguido do meio Físico e na sequência o meio Biótico. Segundo Bacci *et al.* (2006), a principal causa da concentração nestas fases é que as alterações causadas no meio Antrópico, geram problemas ambientais em torno das fases de implantação e operação de um empreendimento.

No gráfico apresentado na Figura 30, são ilustradas as porcentagens dos impactos em cada fase dos empreendimentos.

### Distribuição dos Impactos nas fases dos Empreendimentos

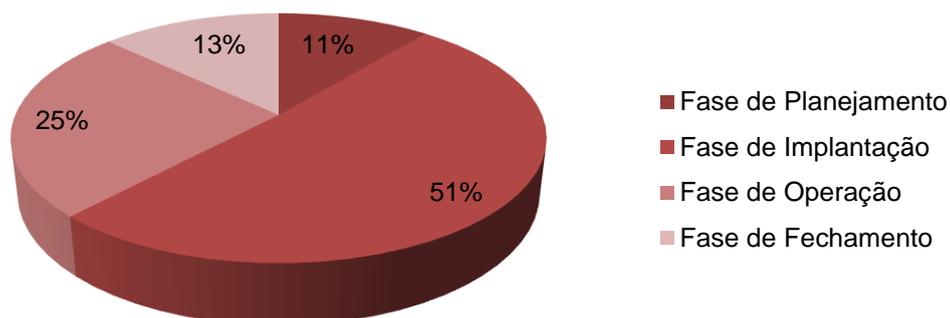


Figura 30 – Gráfico com a distribuição dos Impactos Ambientais nas fases do Empreendimento.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Dos empreendimentos considerados neste estudo, a Fabricação do Cimento e de Aditivos, foram os que demonstraram o maior número de aspectos e impactos ambientais gerados na fase de Implantação (Figura 31). A Fase de Implantação destas fábricas consiste na execução das edificações em si, ou seja, tem seu início com o terreno virgem e termina com o início da fase de operação.

Conforme o Spadotto *et al.* (2011), toda a intervenção feita pelo homem pode causar impactos ambientais, sendo influenciada pelo porte, uso e funcionalidade, algumas obras podem causar impactos que influenciam o ecossistema podendo alterá-lo drasticamente ou até provocar sua extinção.

### Número de aspectos e impactos gerados na fase de Implantação

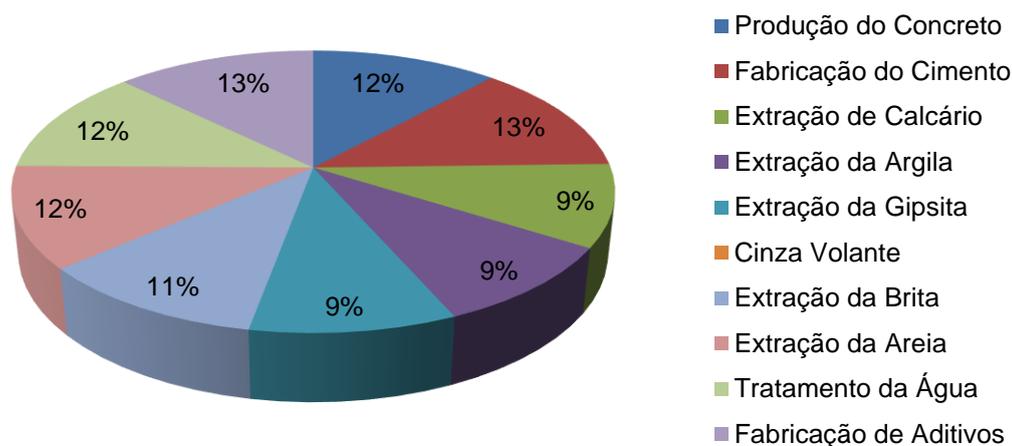


Figura 31 – Gráfico indicando o percentual de impactos gerados na Fase de Implantação.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

O impacto negativo que ocasionou o maior número de interações na fase de Implantação dos empreendimentos foi o Afugentamento da Fauna (86), e como impacto positivo foi a Geração de Empregos (95). Vale destacar também que houve mais dois impactos negativos com número bem próximo ao Afugentamento da Fauna, que são Geração de Vibrações (84) e Poluição Sonora (82).

Para Silva *et al.* (2017), a fauna e a flora são os grupos que sofrem mais diretamente nos processos de mineração. Conforme o EIA de autoria da empresa CELTES (2013), o impacto à fauna ocorre em decorrência da remoção da vegetação campestre e arbórea, do decapeamento do solo e da poluição sonora ocasionada pelo aumento do influxo de pessoas e veículos. Estes eventos ocasionam a perda de habitats, e o afugentamento de animais, principalmente de aves, pequenos mamíferos e répteis que potencialmente ocorram nas áreas de campo e mancha de exóticas.

Os empreendimentos que apresentam mais interações do Afugentamento da Fauna na fase de implantação são aqueles que tem a necessidade de grandes áreas e construções de fábricas, com equipamentos de causam ruído que envolvem máquinas retroescavadeira, tratores e caminhões, como é o caso da Produção de Concreto, Fabricação do Cimento e Fábrica de Aditivos. O único empreendimento que o Afugentamento da Fauna não se destaca na fase de implantação, é na Extração da Brita, onde tal impacto é destacado na fase de Operação.

Analisando de modo geral, considerando todas as fases de todos os empreendimentos, o impacto ambiental mais significativo é a Poluição Sonora, que tem sua maior manifestação na fase de Implantação. Isso deve-se ao fato de que a produção de ruídos estar contida em todas as fases dos empreendimentos, seja em tratores, caminhões, perfuratrizes e outros maquinários específicos.

No caso das Atividades Humanas, o processo foi semelhante ao adotado para os impactos ambientais, foi gerada uma lista com as atividades dos empreendimentos e somadas as suas interações. Como resultado obteve-se como atividade mais impactante, a Retirada da Cobertura Vegetal, que também integra a fase de implantação dos empreendimentos. Somando-se a isto, esta atividade é responsável por gerar aproximadamente 38 impactos ambientais por empreendimento.

É importante relatar que os resultados mostram uma ligação entre atividades humanas e impactos ambientais identificados, como exemplo a Retirada de Cobertura Vegetal, atividade que gera mais impactos em todo o processo de extrações, fabricação e produção do concreto, sendo também a atividade responsável por causar vibrações e ruídos, tendo como consequência o Afugentamento da Fauna e Poluição Sonora.

O número de aspectos e impactos ambientais negativos (61) identificados nesta pesquisa é algo significativo devido aos danos muitas vezes irreversíveis que trazem ao meio ambiente. Junto a estes foram identificados aspectos e impactos positivos que agregam benefício para a sociedade e economia da região dos empreendimentos.

Com base nos resultados gerados, a Geração de Empregos é o impacto positivo que desponta no processo do concreto. Entretanto, existe na lista outros impactos positivos importantes como o Aumento de Renda, Crescimento Econômico para a região, Criação de Cursos (EJA) entre outros. O IBAMA (2016), destaca que os impactos socioeconômicos que ocorrem em escala regional estão geralmente relacionados às mudanças de dinâmica que ocorrem devido ao conjunto de atividades dos empreendimentos.

Em resumo, os resultados gerados indicam que o momento crítico do processo está na Fase de Implantação da Fábrica de Cimento, com a atividade humana de Retirada da Cobertura Vegetal e como impactos com maior manifestação a Poluição Sonora e o impacto positivo Geração de Empregos. De acordo os resultados obtidos por Guedes *et al.* (2009), em empreendimentos com atividade de construção, os impactos de caráter positivos ocorrem principalmente, ao meio socioeconômico, destacando-se maior oferta de empregos, crescimento do comércio, maior arrecadação tributária, efeitos estes que são vetores de crescimento econômico. Ainda segundo o autor, os impactos negativos são previsíveis principalmente sobre os componentes dos meios físico e biológico, sendo decorrentes principalmente das ações de implantação do empreendimento, quando o geocossistema local é exposto às intervenções diretas.

## 5 Conclusão

Este trabalho teve o propósito atingido ao apresentar os resultados da análise realizada integralmente nos impactos ambientais gerados pelas atividades pertencentes ao ciclo de vida do concreto usinado. Esta análise teve como objetivo apurar dúvidas quando pensamos em analisar os impactos ambientais gerados por um elemento rico em recursos naturais como é o caso do concreto.

Como resultado deste estudo, foi possível perceber vários pontos importantes, determinando as potencialidades de causar impactos ambientais. Os resultados desta pesquisa, proporcionaram uma visão detalhada do processo desenvolvido no ciclo de vida do concreto sendo plausível identificar em que momento são gerados os aspectos e impactos ambientais.

Foram identificados 76 aspectos e impactos ambientais, analisando de maneira individual, a atividade responsável por gerar a maior quantidade de aspectos e impactos ambientais foi a de Extração da Areia (71) com a maior parte no meio antrópico (30). Os impactos negativos que se destacaram nesta atividade foram Poluição Sonora (22) e Afugentamento da Fauna (22), já o impacto positivo foi a Geração de Empregos (28). A fase da Extração da Areia causadora da maior parte dos impactos é a fase de Implantação (297). Os empreendimentos de Extração da Areia, realizam atividades humanas que abrangem rios, flora, fauna e solo, resultando na grande quantidade de impactos gerados por estas atividades.

Analisando os resultados de modo geral considerando todas as atividades pesquisadas, os impactos que apresentaram o maior número de interações com as Atividades Humanas, foram a Poluição Sonora (191) como impacto negativo, e a Geração de Empregos (263) como impacto positivo. Com o que foi colocado e com base nos resultados obtidos, entende-se que os aspectos e impactos ambientais gerados na produção do concreto estão pulverizados em todo o seu processo.

Os resultados apontam que o momento maior número de interações nas atividades que envolvem a produção de concreto é na fase de Implantação (2564), seguida da fase de Operação (1260), Fechamento (646) e fase de Planejamento (539). Vale destacar que a atividade responsável pelo maior número de interações na fase de Implantação foi a Fabricação de Cimento (327), sendo a Retirada da Cobertura Vegetal (38) a atividade humana que gera maior quantidade de impactos nesta fase deste empreendimento.

Entende-se que os resultados desta pesquisa têm potencial para serem utilizados em futuros trabalhos, não necessariamente do concreto, mas também auxiliar no desenvolvimento de pesquisas de análise de impactos ambientais em outros produtos.

## Referências

ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia Básico da Utilização do Cimento Portland**, 7. ed. São Paulo, 2002. 28p.

ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Especificações brasileiras para Cimentos Portland**, Folheto Técnico nº1. p. 4, São Paulo, 2018.

ABESC – Associação Brasileira de das Empresas de Serviço de Concretagem. **Princípios básicos do concreto dosado em central**. 2016. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/pdf/pbasico.pdf>>. Acesso 08 nov. 2021.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2011 (5).

AÏTCIN, P. C.; FLATT, J. R. **Science and Technology of Concrete admixtures**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2015-0-00150-2>.

ALMEIDA, A. S. Métodos de mineração. In: TANNO, L. C.; SINTONI, A. (Coord.). **Mineração e município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. p. 61-85.

ALMEIDA, F. S.; GARRIDO, F. S. R. G.; ALMEIDA, A. A. Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, v. 1, p. 70-87, 2017.

AMBROZEWICZ, P. K.; **Materiais de Construção: normas, especificações, aplicação e ensaios de laboratório**. São Paulo: Pini, 2012.

AMDA – Associação Mineira de Defesa do Ambiente. **Ciclo de Vida do Cimento**. 2011. Disponível em: <<https://www.amda.org.br/index.php/comunicacao/ciclo-de-vida/2767-ciclo-de-vida-do-cimento>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

ANDRADE, A. P.; DE SOUZA, D. V.; DE MORAES E. F. S.; POLIDORO G.; SCHMIDT H.; TORRES I. F.; GRANATO J. E.; DA SILVA M. V. G.; GARCIA M. L. G.; BANNOKI R.; VOLTTANI V. V. J. **Manual de utilização de aditivos químicos para concreto: aditivos para concreto**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2021. Disponível em: <<http://www.viapol.com.br/media/556574/manual-aditivos-formato-p%C3%A1gina-%C3%BAnica.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2021.

ANEPAC – Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil. **História da Areia e Brita**. 2021. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br/agregados/areia-e-brita>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

ANEPAC – Associação Nacional de Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil. 2019. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br/>>. Acesso em: 09 nov. 2020.

ANJOS, J. T. dos; TUZZO, S. A. Responsabilidade Socioambiental e Cidadania: O Papel da Comunicação Pública na Conscientização do Cidadão. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO CENTRO-OESTE, 15., 2013, Rio Verde. **Anais [...]**. Comunicação, Espaço e Cidadania, 2013.

ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental**. 10. ed. Rio de Janeiro. Editora Lumen Juris, 2007. 988p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935: Agregados - Terminologia**. 3 ed. Rio de Janeiro. ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953: Concreto para fins estruturais – Classificação massa específica, por grupos de resistência e consistência**. 3 ed. Rio de Janeiro. ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12653: Materiais pozolânicos – Requisitos**. 3 ed. Rio de Janeiro. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.001: Sistemas da Gestão Ambiental – Requisitos com Orientações para uso**. 2. ed. Rio de Janeiro. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040: Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e estrutura**. Rio de Janeiro. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para Concreto - Especificação**. Rio de Janeiro. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212: Execução de Concreto dosado em central - Procedimento**. Rio de Janeiro. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. **NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos**. Rio de Janeiro. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768-1: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos**. Rio de Janeiro. 2019.

BACCI, D. L. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. E. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **Escola de Minas**, v. 59, n. 1, Ouro Preto, 2006.

BALTAR, Carlos Adolpho Magalhães *et al.* Gipsita. In: LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando A. Freitas (ed.). **Rocha & Minerais Industriais: usos e especificações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Cetem-McT, 2008. Cap. 23. p. 505-526. Edição revisada e ampliada. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/522>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BARROS, Daniellen; FILHO, Marcus; COSTA, Samilly; NASCIMENTO, Vitor; JÚNIOR, Antônio. **Avaliação de Impacto Ambiental na extração de areia nos rios Canindé - CE, Paraíba - PB e Piracanjuba - GO**. Paragominas, 2017. Cap.5, p.52.

BATTAGIN, A. F.; BATTAGIN, I. L. S. O Cimento Portland no Brasil. In: Isaia, G. C. (ed.). **Materiais de Construção e Princípios e Ciência e Engenharia dos Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010. v.1. p. 761-790.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção I**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. 435 p.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2016.

BIOSFERA - Biosfera Planejamento e Consultoria Ambiental S/S Ltda. **Estudo de Impacto Ambiental para Dragagens do Canal do Sangradouro e do Canal de Santa Vitória do Palmar**: visando a Reativação da Hidrovia da Lagoa Mirim Processo. IBAMA nº. 02001.008147/2010-43. Abril, 2014.

BISSET, R. Devising an effective environmental assessment system for a developing country: the case of the Turks and Caicos Islands. In: SECRETARIA ESPECIAL DO MEIO AMBIENTE DO PARANÁ. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**. 2 ed. Curitiba: SUREHMA, 1992.

BITAR, O.Y.; ORTEGA, R.D. Gestão Ambiental. In: Oliveira, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Ed.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. Cap. 32, p. 499- 508.

BORGES, Julia Bastos; TEIXEIRA, Simonne. Água Virtual à Luz da Justiça Ambiental. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE POLITICA SOCIAL, 7., 2019, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: 2019.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto Armado eu te amo**. 9. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

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, Distrito Federal, 1981.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº1, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre procedimentos relativos ao Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA-RIMA). Brasília, Distrito Federal, 1986. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 237, de 22 de dezembro de 1997**. Tem objetivo de revisar os procedimentos e regular os aspectos, de forma a propiciar uma efetiva utilização do instrumento do licenciamento ambiental. Brasília, Distrito Federal, 1997. Disponível em:

<[https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237\\_191297.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2022.

BRAUNGART, M., MCDONOUGH, W., BOLLINGER, A. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v.15, n.13-14, p. 1337–1348, 2007.

CABRAL, Marsis; AZEVEDO, Paulo Brito Moreira De; CUCHIERATO, Gláucia; MOTTA, José Francisco Marciano. Estudo Estratégico da Cadeia Produtiva da Indústria Cerâmica no Estado de São Paulo: Parte I Introdução e a Indústria de Cerâmica Vermelha. **Cerâmica Industrial**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 20-34, 2019.

CABRAL JÚNIOR, M.; TANNO, L.C.; SINTONI, A.; MOTTA, J. F. M.; COELHO, J. M. A indústria de cerâmica vermelha e o suprimento mineral no Brasil: desafios para o aprimoramento da competitividade. **Cerâmica Industrial**, [S. l.], v.17, n.1, p.36-42, 2012.

CAN, Sevket; LIMBACHIYA, Mukesh; KEW, Hsein. Portland-composite and composite cement concretes made with coarse recycled and recycled glass sand aggregates: engineering and durability properties. **Construction and Building Materials**, [S. l.], v. 128, p. 324-340, 2016.

CARVALHO, Diego Lellis de; LIMA, Adriana Villarinho de. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 16., 2010, Porto Alegre. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2010. p. 1-11. Disponível em: <<https://silo.tips/download/metodologias-para-avaliaao-de-impactos-ambientais-de-aproveitamentos-hidreletric>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

CARVALHO, Maria Beatriz Maury de. **Impactos e conflitos da produção de cimento no Distrito Federal**. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/1878/1/Maria%20Beatriz%20Maury%20de%20Carvalho.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2022.

CASTRO, Alessandra L. *et al.* Análise da viabilidade técnica da adaptação de dados internacionais de inventário de ciclo de vida para o contexto brasileiro: um estudo de caso do concreto para paredes moldadas no local. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 57., 2015, Bonito. **Anais [...]**. Bonito: Ibracon, 2015. p. 1-17.

CBCS. **Conselho Brasileiro de Construção Sustentável**. 2018. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/>>. Acesso em: 25 out. 2020.

CELTES AMBIENTAL, Kaminski. **EIA - Obras de duplicação da BR-116/RS**: trecho guaíba – pelotas lote 01 - km 300,54 ao km 325. Área de extração Mineral - Argileira. Barra do Ribeiro, ago. 2013.

CELTES AMBIENTAL, Kaminski. **EIA - Obras de duplicação da BR-116/RS:** trecho guaíba – pelotas lote 01 - km 300,54 ao km 325. Área de extração Mineral - Pedreira. Barra do Ribeiro, set. 2013.

CEMA - Consultoria e Estudos Ambientais Ltda. **RIMA – Relatório de Impacto Ambiental** - projeto primavera para votorantim. Pará, 2010.

*CEMBUREAU. Main characteristics of the cement industry. Key facts., Tech. rep. 2005.*

COSTA JÚNIOR, M. A. F. **Manual de Impactos Ambientais do Saneamento.** Natal. 2013. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/caern/DOC/DOC000000000017895.PDF>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 28., 2005, Rio de Janeiro. **Anais[...]**. Rio de Janeiro: INTERCON, 2005.

CPEA - Consultoria Planejamento e Estudos Ambientais Ltda. HAR, Engenharias e Meio Ambiente Ltda. **RIMA – Relatório de Impacto Ambiental:** projeto retiro – são José do norte, 2014.

CREMONEZ *et al.* Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 13, n. 5, dez. 2014.

CHRIST, Roberto; PACHECO, Fernanda; SIMONETTI, Camila; TUTIKIAN, Bernardo F. Conceitos e aplicações do concreto de ultra alto desempenho: panorama nacional e internacional. **Revista Diálogos: Economia e Sociedade**, [S. l.], edição especial, n. 1, 2019.

CSI - Cement Sustainability Initiative. **CSI Progress Report.** 2012. Disponível em: <<https://www.wbcasd.org/Sector-Projects/Cement-Sustainability-Initiative/Resources/CSI-Progress-Report2>>. Acesso em: 04 de Nov. 2021.

CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. **Avaliação e perícia ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

DANIELI, Sarah *et al.* AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA EM ARGILAS CALCINADAS PASSÍVEIS DE USO EM LC3. In: ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 6., 2020, Belém. **Anais [...]**. Belém: Antac, 2020. p. 1-14.

DARLING, Peter. **SME mining engineering handbook.** 3. ed. Nova Jersey: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2011.

DEA – DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL AFFAIRS. Checklist of Environmental Characteristics. Pretoria: Integrated Environmental Management Guideline Series, Guideline Document 5, Republic of South Africa, 1992.

DIAS, M. do C. O.; PEREIRA, M. C. B.; DIAS, P. L. F.; VIRGÍLIO, J. F. **Manual de impactos ambientais**: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas. Fortaleza-CE: Banco do Nordeste, 1999.

DUTTA B.; MAITY S. Role of Blended Cement in Reducing Energy Consumption, *Advances in cement research*, 2015, p.585.

EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto Pré-Moldado**: fundamentos e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

FARIA, A. G. V.; DE CARVALHO, P. S.; BERGAMO, J. A.; OCANHA, M.; PEREIRA, P. S. Argila como tema contextualizador e crítico: uma proposta para o ensino de Química. **Revista Científica Multidisciplinar Brilliant Mind**, [S. l], v. 1, n. 1, p. 69-84, 2020.

FARIAS, Talden. **Licenciamento Ambiental**: aspectos teóricos e práticos. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2013.

FERREIRA, G.C.; DAITX, E.C.; DALLORA NETO, C. Impactos ambientais associados a desmonte de rocha com uso de explosivos. **Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 467-473, 2006.

FIGUEIRA, H.; LUZ, A.; ALMEIDA, S. Britagem e Moagem. In: LUZ, A.; SAMPAIO, J.; FRANÇA, S. **Tratamento de minérios**. Rio de Janeiro: CETEM –MCT, 2010.

FINUCCI, Marcelo. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para liberação comercial do plantio de transgênicos**: uma contribuição ao estado da arte no Brasil. 2010. 230f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-13092011-163012/pt-br.php>>. Acesso em: 06 ago. 2021. DOI: 10.11606/D.6.2010.tde-13092011-163012.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de Impactos Ambientais**: Aplicação aos Sistemas de Transporte. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

FREITAS, C. M. D.; BARCELLOS, C.; ASMUS, C. I. R. F.; SILVA, M. A. D.; XAVIER, D. R. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 5, 2019. DOI: 10.1590/0102-311X00052519.

GAMA, Marcus Felipe Frota; MELLO, Andréa Hentz de; GAMA, Andreza Angélica Frota. PASSIVOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DA EXTRAÇÃO DE ARGILA NA AMAZONIA:: mesorregião do sudeste paraense. **Contemporânea**, [S.l], v. 1, n. 1, p. 1-16, ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.unifesspa.edu.br/index.php/contemporanea/article/view/394>. Acesso em: 11 abr. 2022.

GALHARDO, Gutierrez. **Estudo da produção de cimento com ênfase no classe g**. 2014. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012107.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

GASQUES, A. C. F. *et al.* Impactos ambientais dos materiais da construção civil: breve revisão teórica. **Revista Tecnológica**, Maringá, v. 23, p. 13-24, 2014.

GHAFFAR, Seyed Hamidreza; BURMAN, Matthew; BRAIMAH, Nuhu. Pathways to circular construction: an integrated management of construction and demolition waste for resource recovery. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 244, p. 118710, jan. 2020. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019>.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011, p. 404-418.

GILBUENA, R.; KAWAMURA, A.; MEDINA, R.; AMAGUCHI, H.; NAKAGAWA, N.; BUI, D. D. Environmental impact assessment of structural flood mitigation measures by a rapid impact assessment matrix (RIAM) technique: A case study in Metro Manila, Philippines. **Science of the Total Environment**, v. 456-457, 2013, p. 137-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.03.063>.

GOMES, Marco de Moura; SANTOS, Maria Luiza Queiroz dos; NOGUEIRA, Jacqueline Andrade. Análise da Produção de Cimento Portland. **Revista Pensar**. Belo Horizonte, p. 1-12, 2017. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/68596537-Analise-da-producao-de-cimento-portland-analysis-of-portland-cement-production.html>>. Acesso: 22 nov. 2021.

GOMES, Danielle Leal Barros; MAGALHÃES, Vitória Barros de Sá. Análise de aspectos e impactos ambientais causados pela construção civil. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS 2018, 3., 2018, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Eventos & Editora, 2018.

GONÇALVES, M. R. F. CÓCIO, I.M. BERGMANN, C.P. Transporte de cinzas de carvão para deposição em meio denso. um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, Florianópolis. **Anais [...]**, Florianópolis, 2004.

GUEDES, M. PÊSSOA, R. A. Empreendimentos turísticos no litoral cearense e seus impactos ambientais: case Aquiraz Riviera. **Embrapa**. 2009. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/659657/1/AT09107.pdf>>. Acesso 24 fev. 2022.

HABERT, G.; ROUSSEL, N. Study of two concrete mix-design strategies to reach carbon mitigation objectives. **Cement & Concrete Composites**, [S.I.], v. 3, 2009, p. 397-402.

HAGEMANN, S. E. **Materiais de Construção Básicos**. Brasil: Ministério da Educação, 2011.

HARTMANN, C. T.; JEKNAVORIAN, A.; SILVA, D.; BENINI, H. Aditivos químicos para concreto. In: ISAIA, G.C. (Ed.). **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Ibracon, 2011, p.347-380.

HUNTZINGER, D. N.; EATMON, T. A life-cycle assessment of Portland cement manufacturing: comparing the traditional process with alternative technologies. **Journal of Cleaner Production**, [S.l.], v. 17, n. 7, 2009, p. 668-675. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.007>.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Avaliação de impacto ambiental: caminhos para o fortalecimento do Licenciamento Ambiental Federal**. Brasília: Sumário Executivo/Diretoria de Licenciamento Ambiental, 2016.

IRAMINA, W. S. TACHIBA I. K., SILVA L. M. C., ESTON S. M. Identificação e controle de riscos ocupacionais em pedreira da região metropolitana de São Paulo. **Rev. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 62, n. 4, p. 503-509, dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672009000400014>.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. **Levantamento do Estado da arte: seleção de materiais**. Projeto tecnologias para construção. São Paulo: FINEP, 2007. Disponível em: <[https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/tecnologias-para-construcao-mais-sustentavel/HabitacaomaisSustentavel\\_D2.4\\_selecao\\_materiais.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/tecnologias-para-construcao-mais-sustentavel/HabitacaomaisSustentavel_D2.4_selecao_materiais.pdf)>. Acesso em: 09 abr. 2022.

LARROYD, F. **Geologia e caracterização tecnológica dos principais depósitos de caulim do estado do rio grande do sul: ênfase a utilização na indústria do papel**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

LARUCCIA, Mauro Maia. Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil. **Revista Eniac Pesquisa**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 69-84, 30 jun. 2014. Revista Eniac Pesquisa. DOI: <http://dx.doi.org/10.22567/rep.v3i1.124>. Disponível em: <https://ojs.eniac.com.br/index.php/EniacPesquisa/article/view/124>. Acesso em: 09 abr. 2022.

LELLES L. C.; SILVA E.; GRIFFITH J. J.; MARTINS S. V. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d' água. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p.439-444, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/jxTTrrzLBfDMBY4HLdQ5GDy/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 9 abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000300011>.

LEOPOLD, Luna Bergere; CLARKE, Frank Eldridge; HANSHAW, Bruce B.; BALSLEY, James R.. A procedure for evaluating environmental impact. **Circular**, Washington, v. 2, n. 645, p. 1-19, jan. 1971. US Geological Survey. DOI: <http://dx.doi.org/10.3133/cir645>. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/circ/1971/0645/report.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2022.

LIMA, L. B. Caracterização da extração mineral de argila no município de Caxias-Ma. **Revista Ciência & Saberes-UniFacema**, [S.l.], v. 2, n. 4, p. 297-302, 2017.

LOPES, Livia; RIBEIRO, José. O Papel da Avaliação de Impacto Ambiental para Adoção de Medidas Compensatórias. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, [S.l.], v. 2, n. 148, 2016. DOI: 10.26668/IndexLawJournals/2525-9628/2016.v2i1.976.

LUZ, A.B.; ALMEIDA, S. L. M. **Manual de agregados para a construção civil**, 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. 411p.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Gestão e estudos ambientais**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, abr. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/TNzjZ3HD8K6rCvSSWPtsZgC/?lang=pt>>. Acesso em: 20 nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100016>.

MEDEIROS JUNIOR, R. A.; LIMA, M. G.; MEDEIROS, M. H. F.; REAL, L. V. Investigação da resistência à compressão e da resistividade elétrica de concretos com diferentes tipos de cimento. **Revista ALCONPAT**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 113-128, 2014. DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v4i2.21>.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Ibracon, 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 4. ed. São Paulo: Ibracon, 2014.

MEZZADRI FILHO, I. **Cerâmica: resposta técnica**. Curitiba: TECPAR, 2021. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTA3>>. Acesso em: 24 nov. 2021.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco - doutrina, jurisprudência, glossário**. 7. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente: a gestão em foco, doutrina, jurisprudência, glossário**. 9. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2014.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de Impacto Ambiental – AIA**. Rio de Janeiro: FEEMA, 1985.

MORAES, C. D.; D´AQUINO, C. A. Avaliação de Impacto Ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. In: Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, 5., **Anais [...]**, Santa Catarina: IFSUL, 2016.

MOTA, M. W. Degradação do concreto em ambientes agressivos: estudo de caso sobre revestimento anticorrosivo termoplástico. **Revista Saberes Acadêmicos**, Minas Gerais, v. 1, n. 1, p. 109-125, 2017.

MRS - ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA. **Estudos Ambientais Complementares e Atualização do EIA/RIMA da Usina Termelétrica Jacuí**. Rio Grande do Sul: abril.2000, 970 p.

MURESAN, G. A.; GLIGOR, V. The mining risks and the landscape impact on the regional system of the Apusenii Mountains. **Riscuri și Catastrofe**, [S.I.], v. 16, n. 14, 2015.

NERI, A. C.; SÁNCHEZ, L. E. **Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras e minas de calcário**. São Paulo: ABGE, 2012.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.  
NOBRE FILHO, P. A.; SABADIA J. A. B.; MAGINI, C.; NOGUEIRA NETO J. A. N.; SILVA FILHO W. F. S. Impactos ambientais da extração de areia no canal ativo do Rio Canindé – Paramoti - Ceará. **Revista Geológica**, Fortaleza, v. 24, n. 2, p. 150-158, mar. 2012.

OLIVEIRA, Fernanda de Carvalho. **Oxidação de lignina proveniente de resíduos lignocelulósicos agroindustriais para obtenção de compostos químicos aromáticos de maior valor agregado**. 2015. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2014. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97131/tde-05082015-153217/publico/BIT15007\\_C.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97131/tde-05082015-153217/publico/BIT15007_C.pdf). Acesso em: 09 abr. 2022.

OLIVEIRA, F. M. C. *et al.* Características mineralógicas e cristalográficas da gipsita do Araripe. **Holos**, Pernambuco, v. 5, n. 28, p. 71-82, 2012.

OLIVEIRA, André Silva. **Análise ambiental da viabilidade de seleção de produtos da construção civil através da ACV e do software BEES 3.0**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PÁDUA, V. L. Introdução ao tratamento de água. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006, Cap. 12, p. 519 – 570.

PATYK, A. Thermoelectrics: impacts on the environment and sustainability. **Journal of Electronic Materials**, [S.I.], v. 39, n. 9, p. 2023-2018, 2010.

PAULA, H. M.; ILHA, M. S. O. Qualidade da água residuária de usina de concreto para fins de aproveitamento. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, [S.I.], v. 7, n. 3, jun. 2014.

PAULA, H. M.; ILHA, M. S. O. Uso da moringa oleífera no tratamento de águas residuárias de usinas de concreto: mapeamento sistemático. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, [S. I.], v. 11, n. 1, p. 50–60, Junho 2016.

PAZ, D. H. F.; LAFAYETTE, K. P. V. Forecasting of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**. [S. l.], v. 34, n. 8, p. 708-716, 2016.

PARREIRAS, Matheus. **Cavernas de Pains, no Centro-Oeste mineiro, estão à beira da devastação**. Hoje em Dia/MG, jun. 2009. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2009/07/06/46687-cavernas-depains-no-centro-oeste-mineiro-estao-a-beira-da-devastacao.html>>. Acesso em: 23 nov. 2021.

PEREIRA, J. A. A.; BORÉM, R. A. T. **Análise e avaliação de impactos ambientais**. Lavras: UFLA, 2007. 145 p.

PETRUCCI, E. G. R. **Concreto de cimento Portland**. 13. ed. São Paulo: Globo S.A., 1998.

PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites. **Revista Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, jan./mar. 1992.

PINHEIRO, G. F. **O gerenciamento da construção civil e o desenvolvimento sustentável**: um enfoque sobre os profissionais da área de edificações. 2002. 159f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

PINHEIRO, Igor. **Os principais aditivos utilizados no concreto**. 2019. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/os-principais-aditivos-utilizados-no-concreto-2/>>. Acesso em: 10 de nov. 2021.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil**: a experiência do Sinduscon-SP. São Paulo: Obra Limpa - I&T - Sinduscon-SP, 2005.

POSSAN, E. Captura de CO<sub>2</sub> em materiais cimentícios: estratégias para mitigação do CO<sub>2</sub> na cadeia produtiva do concreto. **Revista IBRACON de Concreto e Construções**, Fortaleza, n. 95, p. 60-66, jul./set. 2019.

PRADO, Wilton Flávio Rocha; LIMA, Luciano Vieira. Avaliação de impactos ambientais na extração de argila para a indústria de cerâmica vermelha em Guanambi/BA. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 1-9, jan. 2021. DOI: 10.18378/rbga.v15i1.7939. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/7939/8126>. Acesso em: 09 abr. 2022.

PRESERV AMBIENTAL - Soluções Integradas em Meio Ambiente. **RIMA – Relatório de Impacto Ambiental**: projeto complexo mineral-industrial. Paripiranga. 2014.

QUARESMA, L. F. **Produto 22**: agregados para a construção civil: perfil de areia para construção civil. [S. l.]: MME/SGM, 2009.

RAMADON, Luís Fernando. **A extração ilegal de areia no Brasil e no Mundo**. Rio de Janeiro: academia.edu, 2018.

RASHID, A.; YUSSOF, S. A review of life cycle assessment method for building industry. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S.l.], v. 45, p. 244-248, 2015.

RECENA, F. A. P. **Método de dosagem de concreto pelo volume de pasta com emprego de cinza volante**. 2011. 262f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

REIS, Fábio Augusto Gomes Vieira; FRANCO, Ana Carolina Mota; PERES, César Rodrigues; BRONZEL, Deiviti; RAFAELA, Estela; PONTES, Flávia Fernanda Ferras; GUIZARD, João; RAFALDINI, Magda Eloísa; GIORDANO, Lucilia do Carmo. Diagnóstico Ambiental em Minerações de Areia e Argila no Rio Jaguari Mirim, município de São João da Boa Vista (sp). **Eng. Ambient.**, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 115-134, jan/dez 2005. Disponível em: <<https://www.erambiental.com.br/var/userfiles/arquivos69/documentos/12731/ImpactosAmbientaisArgilaAreia.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

RIBEIRO, Carmen Couto; PINTO, Joana Darc da Silva; STARLING, Tadeu. **Materiais de construção civil**. 3. ed. Belo horizonte: Editora UFMG, 2011. 112p.

RICARDO, H. de S.; CATALANI, G. **Manual prático de escavação: terraplanagem e escavação de rocha**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 2010.

RIO GRANDE DO SUL - Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Lei Estadual nº 372/2018**. Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental. Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202112/23105618-consema-372-2018-atividades-licenciavies-municipios.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

ROCHA, Suelen Silva; SOUZA, Júlio César de; VASCONCELOS, Silas Leonardo Dias; MARIZ, Jorge Luiz Valença. Análise comparativa de métodos de lavra na mineração de gipsita em Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE MINERAÇÃO, 19., **Anais [...]**, São Paulo, 2018. p. 456-467. ISSN: 2594-357X. DOI: 10.5151/2594-357x-32029.

RODRIGUES, L.; HOLANDA, J.N.F. Influence of the incorporation of water treatment plant (WTP) sludge on the technological properties of soil-cement bricks. **Cerâmica**, São Paulo, v. 59, n. 352, 2013, p. 551-556. Disponível em: <[http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132013000400010&script=sci\\_abstract](http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132013000400010&script=sci_abstract)>. Acesso em: 11 abr. 2022.

RODRIGUES, Geraldo Stachetti. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução a metodologia**. Jaguariaúna: Embrapa, 1998.

ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Porto Alegre: Arned Editora, 2009.

SALES, J.; MORAIS, J.; SALES, A.; BRAGA, W.; SANCHO, E.; FERREIRA, A.; SOMBRA, S. A extração da argila para fabricar cerâmica vermelha no Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 59., **Anais [...]**, Aracajú, 2015.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos, 3. ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2020. Edição aprimorada.

SÁNCHEZ, L. E.; Neri, A. C. Impactos da mineração de calcário sobre ambientes cársticos. In: SÁNCHEZ, L.E.; LOBO, H.A.S. (Orgs.). **Guia de Boas Práticas Ambientais na Mineração de Calcário em Áreas Cársticas**. Campinas: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2016.

SANEP - Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. **Tratamento de Água**. 2021. Disponível em: <<https://portal.sanep.com.br/agua/tratamento-agua>>. Acesso em: 02 dez. 2021.

SANTORO, J. F.; KRIPKA, M. Determinação das emissões de dióxido de carbono das matérias primas do concreto produzido na região norte do Rio Grande do Sul. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 35-49, jun. 2016.

SANTOS, Jorge Antônio Gonzaga. **Recuperação e reabilitação de áreas degradadas pela mineração**. Cruz das Almas: UFRB, 2017.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2003.

SCRIVENER, K. L.; KIRKPATRICK, R. J. Innovation in use and research on cementitious material. **Cement and Concrete Research**, [S.l.], v.38, p.128-136, 2008.

SEALEY, B.J.; PHILLIPS, P.s.; HILL, G.J.. Waste management issues for the UK ready-mixed concrete industry. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 32, n. 3-4, p. 321-331, jul. 2001. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0921-3449\(01\)00069-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0921-3449(01)00069-6). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344901000696>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

SERNA, H. A. L.; REZENDE, M. M. Agregados para a construção civil. In: RODRIGUES, A.F.S. (Coord.). **Economia mineral do Brasil**. Brasília: DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2009.

SILVA, Elias. **Técnicas de Avaliação de Impactos Ambientais**: video-curso. Viçosa: 1999. 64p. Publicação nº199.

SILVA, G. H. R.; DANIE, L. A. Desinfecção de efluente anaeróbio com o uso de ozônio/cloro. **Engenharia sanitaria e ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, abr./jun. 2015.

SILVA, M. L.; ANDRADE, M. C. K. Os impactos ambientais da atividade mineradora. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [S.l.], v. 11 n. 6, 2017.

SILVA, José Otávio. **Produto RT 55**: Perfil do calcário agrícola. Ministério de Minas e Energia, J. Mendo Consultoria, Secretaria De Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Banco Mundial: Projeto Estal, set. 2009. Disponível em: <[http://antigo.mme.gov.br/documents/36108/448620/P29\\_RT55\\_Perfil\\_do\\_Calcxrio\\_Agrxcola.pdf/7de1c2ae-daa1-3c95-5ccb-1b1ff57a118f?version=1.0](http://antigo.mme.gov.br/documents/36108/448620/P29_RT55_Perfil_do_Calcxrio_Agrxcola.pdf/7de1c2ae-daa1-3c95-5ccb-1b1ff57a118f?version=1.0)> Acesso em: 23 nov. 2021.

SIMONETTI, H. **Estudo de Impactos Ambientais Gerados pelas Rodovias**: sistematização do processo de elaboração de EIA/RIMA. 2010. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE CIMENTO – SNIC. **Relatório Anual – 2020**. Disponível em: <<http://snic.org.br/assets/pdf/numeros/1631633753.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2021.

SOARES, L. V.; ACHON, C. L.; MEGDA, C. R. Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, ICTR 2004, Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, Florianópolis, 2004.

SOUZA, D.M.; LAFONTAINE, M.; CHARRON-DOUCET, F.; CHAPPERT, B.; KICAK, K.; DUARTE, F.; LIMA, L. Comparative life cycle assessment of ceramic brick, concrete brick and cast-in-place reinforced concrete exterior walls. **Journal of Cleaner Production**, [S.l.], 2016. DOI: doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.069

SPADOTTO, A.; DALINI, D. N.; DALINI TURELLA, E. C. L.; WERGENES, T. N. de., BARBISAN, A. O. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, jul./dez. 2011.

SUPINO, S.; MALANDRINO, O.; TESTA, M.; SICA, D. Sustainability in the EU cement industry: the Italian and German experiences. **Journal of Cleaner Production**, [S.l.], v. 112. p 430–442, 2016.

TRENNEPOHL, Curt.; TRENNEPOHL, Terence. **Licenciamento Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Impetus, 2011, p. 36.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Cement Statistics and Information**. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/centers/nmic/cement-statistics-and-information>>. Acesso em: 28 out. 2021.

TSIMAS, S.; ZERVAKI, M. Reuse of waste water from ready-mixed concrete plants. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, [S.l.], v. 22, n. 1, 2011.

TUTIKIAN, Bernardo F.; HELENE, Paulo. Dosagem dos Concretos de Cimento Portland. In: ISAIA, Geraldo Cechella (ed.). **Concreto: ciência e tecnologia**. São Paulo: Ibracon, 2011. Cap. 12. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc56.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.

VALPORTO, Mariana Sousa; AZEVEDO, Patrícia Silva. Gestão do design na identificação dos fatores de impactos ambientais da construção civil. **Estudos de Design**, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 124-151, 2016.

VALVERDE, Fernando Mendes. **Agregados para produção civil**. Balanço mineral brasileiro: 2001. Disponível em: <http://www.dnrm.gov.br/assets/galeriadocumento/BalancoMineral2001/agregados.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2013.

VIEIRA, L. B. P.; Figueiredo, A. D. Resíduos da Concreteira: o aproveitamento do problema. **Revista Concreto**, São Paulo, 2013.

VIEIRA, L. B. P. Implantação de modelo sustentável para centrais dosadoras de concreto: Redução do volume de resíduos com o uso de estabilizador de pega em centrais dosadoras de concreto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 52., **Anais [...]**, Fortaleza, 2010.

VIEIRA, Maria Flávia Rodrigues. **AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE ARGILA, CORRENTE-PI**. 2018. 16 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus Corrente-Pi, Corrente, 2018. Disponível em: [https://more.ufsc.br/tese\\_dissert/inserir\\_tese\\_dissert](https://more.ufsc.br/tese_dissert/inserir_tese_dissert). Acesso em: 12 abr. 2022.

VOTORANTIM CIMENTOS. **A companhia, Estrutura Produtiva e Comercial**. 2013. Disponível em: [http://www.mzweb.com.br/votorantimcimentos/web/interna\\_print.asp?conta=28&idoma=0&tipo=46516](http://www.mzweb.com.br/votorantimcimentos/web/interna_print.asp?conta=28&idoma=0&tipo=46516). Acesso em: 21 out. 2021.

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development. Cement Technology Roadmap: Carbon Emissions Reductions up to 2050. **International Energy Agency**, 2009. p. 36. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/cement-technology-roadmap-carbon-emissions-reductions-up-to-2050\\_9789264088061-en#:~:text=The%20cement%20energy%20technology%20roadmap,from%20current%20levels%20by%202050](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/cement-technology-roadmap-carbon-emissions-reductions-up-to-2050_9789264088061-en#:~:text=The%20cement%20energy%20technology%20roadmap,from%20current%20levels%20by%202050). Acesso em: 14 abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1787/22182837>.

WARPECHOWSKI DA SILVA N. I.; CALARGE L. M.; CHIES F.; MALLMANN J. E.; ZWONOK O. Caracterização de cinzas volantes para aproveitamento cerâmico. **Cerâmica**, [S.l.], v. 45, n. 296., p. 184-187, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0366-69131999000600004>. Acesso em: 5 nov. 2021. ISSN 1678-4553.

WESTMAN, W. O. C.; Lee, N. O. C.; Magrini, A. O. C.; BISSET, R. Methods for environmental impact assessment: a selective survey case studies. **Scotland**, University of Aberdeen, Department of Geography, 1987.

XING, Y.; GUO, F.; XU, M.; GUI, X.; LI, H.; LI, G.; XIA, Y.; HAN, H. Separation of unburned carbon from coal fly ash: A review. **Powder Technology**, [S.I], v. 353, p. 372-384, 2019.

YEONG, So; SUK, Yoon; IK, Eun. Characteristics of volume change and heavy metal leaching in mortar 27 specimens recycled heavyweight waste glass as fine aggregate. **Construction and Building Materials**, [S.I] v.165, p.424–433, 2018.

ZERVAKI, M.; LEPTOKARIDIS, C.; TSIMAS, M.; Reuse of By-Products from Ready-Mixed Concrete Plants for the Production of Cement Mortars, **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, v. 1, n. 2, p. 152-162, 2013.

## **Apêndices**



Apêndice A - Termo de autorização para inserir teses e dissertações nas bases de dados da UFPel e IBICT  
**Universidade Federal de Pelotas – UFPel**  
**Sistema de Bibliotecas – SISBI**  
**Repositório Institucional e Pergamum**



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO**

( ) Tese (X) Dissertação

Programa de Pós-Graduação: Centro de Engenharias - Ciências Ambientais

Nome do autor: Nestor José Silveira de Silveira

CPF: 923.841.290.15

E-mail: nestorjsilveira@hotmail.com

Título: Análise integrada dos aspectos e impactos ambientais: da extração das matérias primas à produção do concreto usinado

Orientador: Prof. Dr. Érico Kunde Corrêa

CPF: 62023730082

E-mail: [ericokundecorrea@yahoo.com.br](mailto:ericokundecorrea@yahoo.com.br)

Co-orientador: Profa. Dra. Tirzah Moreira Siqueira

CPF: 008.069.590-61

E-mail: [tirzahsiqueira@hotmail.com](mailto:tirzahsiqueira@hotmail.com)

Agência de fomento: ( ) CNPq ( ) Capes ( ) FAPERGS ( ) Outra:.....

Data de defesa: 15 / 05 / 2022.

( ) Autorizo a Universidade Federal de Pelotas, através da **Biblioteca Digital**, a disponibilizar gratuitamente em sua base de dados, sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral da Tese ou Dissertação de minha autoria, em formato PDF1, para fins de leitura e/ou impressão, a título de divulgação da produção científica gerada na UFPel, a partir desta data.

( ) Autorizo a Universidade Federal de Pelotas, através da **Biblioteca Digital**, a disponibilizar **parte** do meu trabalho e me responsabilizo por descrever as partes a serem divulgadas, (o arquivo em PDF deve conter apenas as partes a serem disponibilizadas).

( X ) Não autorizo a Universidade Federal de Pelotas a divulgar meu trabalho, mas tenho ciência de que as páginas iniciais e o resumo serão disponibilizados para acesso público.

**Motivo da não autorização**

( ) Patente

( x ) Artigo a ser publicado

( ) Livro a ser publicado

( ) Outro.

Especifique:.....

Data para liberação do arquivo:.....

Assinatura do Autor

Assinatura do Coordenador do curso

Data: 03 / 06 / 2022

Termo atualizado pelo  
SISBI em 30 mar. 2021.



**A Coordenação de Curso deve encaminhar este formulário devidamente preenchido e assinado com uma cópia digital em PDF do trabalho para a biblioteca do referido curso.**

1Texto (PDF); Imagem (JPG ou GIF); Som (Wave, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, AVI, Q.T, MOV); Outros

**Apêndice B – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais, resultado da aplicação das Listas de Verificação.**

<b>Meio Físico</b>	
<b>Item</b>	<b>Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais</b>
1	Alteração da Paisagem;
2	Alteração na turbidez, cor, composição química;
3	Alteração da qualidade da água pela resuspensão e descarte dos sedimentos lagunares;
4	Alteração da Qualidade do Ar;
5	Alteração da Qualidade dos solos;
6	Alteração da qualidade sonora;
7	Alteração da recarga dos aquíferos;
8	Alteração das águas superficiais;
9	Alteração das propriedades físicas e biológicas do solo;
10	Alteração do Ambiente Sonoro;
11	Alteração Geomorfológica;
12	Alteração Geotérmica do terreno;
13	Alteração na composição dos sedimentos de fundo;
14	Alteração na topografia do fundo da lagoa, nos locais de dragagem e descarte de material;
15	Assoreamento dos corpos receptores;
16	Aumento da carga de sedimentos e assoreamento de corpos de água;
17	Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d'água;
18	Consumo de Energia;
19	Contaminação das águas e assoreamento de córregos próximos;
20	Contaminação dos cursos d'água;
21	Danificação das vias de acesso;
22	Descaracterização da paisagem;
23	Dispersão de poeira;
24	Elevação da turbidez das águas;
25	Emissão de poeira (Alteração da qualidade do ar);
26	Erosão e Assoreamento;
27	Estocagem de Equipamentos e materiais;
28	Geração de efluentes;
29	Geração de Gases;
30	Geração de odores;
31	Geração de Poeira;
32	Geração de Ruídos;
33	Geração de Vibrações;
34	Impacto Visual;
35	Incremento da Insolação – Luminosidade;
36	Intensificação de processos erosivos;
37	Interferência na infraestrutura urbana;
38	Intensificação de Processos Erosivos;
39	Modificação da Paisagem;
40	Modificação de Relevo;
41	Poluição sonora;
42	Produção de Resíduos Orgânicos;

**Apêndice B – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais, resultado da aplicação das Listas de Verificação.**

(Continuação)

<b>Meio Físico</b>	
<b>Item</b>	<b>Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais</b>
43	Produção de Resíduos Químicos;
44	Produção de Resíduos Sólidos;
45	Provocam cortes no tecido urbano;
46	Rebaixamento do leito;
47	Solapamento e erosão das margens;
48	Soterramento dos bentos;
49	Vazamento de produtos;
50	Vazamentos da rede;
<b>Meio Biótico</b>	
<b>Item</b>	<b>Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais</b>
1	Afugentamento da fauna;
2	Alteração da disponibilidade de recursos naturais;
3	Alteração da paisagem;
4	Alteração da porosidade;
5	Alteração da rugosidade superficial;
6	Alteração da taxa de infiltração da água;
7	Alteração de ordem geomorfológica;
8	Alteração do solo;
9	Alterações no trânsito local, decorrentes da circulação de caminhões de transporte de carga ;
10	Aquecimento Global e Poluição do ar;
11	Aumento da capacidade de retenção hídrica;
12	Aumento da carga de sedimentos e assoreamento de corpos de água;
13	Aumento da concentração de metais tóxicos e sólidos em suspensão;
14	Aumento da porosidade;
15	Chuva ácida;
16	Compactação do solo;
17	Comprometimento das águas superficiais;
18	Comprometimento do solo;
19	Contaminação de águas e lençol freático;
20	Contaminação de mananciais;
21	Contaminação do ar;
22	Contaminação do solo;
23	Danos a flora e a fauna;
24	Danos ao Habitat Animal;
25	Degradação da Vegetação;
26	Degradação hídrica;
27	Depósito clandestino de resíduos;
28	Depreciação da qualidade do solo, contaminação causada por óleos, graxas e lubrificantes;
29	Descaracterização das comunidades bentônicas;
30	Descontextualização de sítios arqueológicos;

**Apêndice B – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais, resultado da aplicação das Listas de Verificação.**

(Continuação)

<b>Meio Biótico</b>	
<b>Item</b>	<b>Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais</b>
31	Desenvolvimento de condições anaeróbias em águas estacionárias ou de velocidade lenta;
32	Desequilíbrio do ecossistema aquático;
33	Desequilíbrio do meio;
34	Desperdício de Recursos naturais;
35	Disponibilidade gradativa de nutrientes;
36	Emissão de Gases Poluentes;
37	Emissões de partículas para a atmosfera, provenientes de todas as operações da planta;
38	Emissões gasosas de óxidos de enxofre e nitrogênio, dentre outros;
39	Erosão;
40	Esgotamento de combustíveis fósseis não renováveis;
41	Esgotamento de Recursos Naturais;
42	Estresse sobre a vegetação natural;
43	Favorecimento da qualidade microbiológica do solo;
44	Hiperplasia das brânquias dos peixes;
45	Impactos a flora;
46	Incremento no teor de matéria orgânica;
47	Liberação casual de solventes e materiais ácidos ou alcalinos, potencialmente perigosos;
48	Melhoria da capacidade de suporte do meio para a fauna silvestre;
49	Melhoria nos aspectos paisagísticos do local;
50	Menor perda de nutrientes;
51	Modificação na cadeia alimentar;
52	Mortalidade da fauna terrestre por atropelamento e caça;
53	Mudanças Climáticas;
54	Perda de artefatos arqueológicos;
55	Perda de espécies aquáticas;
56	Perda de espécies terrestres;
57	Perda de fósseis;
58	Perda de nascentes;
59	Perda de recursos naturais;
60	Perturbação da fauna nativa;
61	Poluição da atmosfera através da emissão de gases tóxicos;
62	Poluição de corpos hídricos;
63	Poluição do ar;
64	Poluição do solo;
65	Proliferação de animais;
66	Proliferação de pragas;
67	Proliferação de vegetação;
68	Proliferação de Vetores;
69	Redução da camada de ozônio;
70	Redução da camada eutrófica;
71	Redução da erosão e degradação do solo;

**Apêndice B – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais, resultado da aplicação das Listas de Verificação.**

(Continuação)

<b>Meio Biótico</b>	
<b>Item</b>	<b>Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais</b>
72	Resíduos de plásticos nos mares;
73	Resíduos sólidos;
74	Resíduos sólidos orgânicos industriais;
75	Risco de mortandade de peixes associado com a dragagem e remobilização de sedimentos;
76	Sombreamento das macrófitas;
77	Supressão Vegetal;
78	Uso recursos naturais (água);
<b>Meio Antrópico</b>	
<b>Item</b>	<b>Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais</b>
1	Aceleração na construção da Obra;
2	Acidentes de trabalho;
3	Alteração ou destruição de patrimônio arqueológico e paleontológico pelas intervenções previstas;
4	Aumento da arrecadação de Impostos;
5	Aumento da arrecadação do ICMS;
6	Aumento da demanda por habitação;
7	Aumento da demanda sobre a infraestrutura e serviços públicos;
8	Aumento da incidência de câncer;
9	Aumento da tarifa de cobrança da água;
10	Aumento de expectativa de vida;
11	Aumento de Renda;
12	Aumento do custo para potabilização da água;
13	Comprometimento da disponibilidade de recurso (energia);
14	Conflitos pela Terra;
15	Consumo de Água;
16	Consumo de combustível;
17	Consumo de Energia;
18	Contribuem para desvalorizar o entorno;
19	Crescimento da arrecadação de IPTU;
20	Crescimento Econômico da Região;
21	Crescimento populacional associado;
22	Criação de Cursos de Capacitação (EJA);
23	Danos à saúde e ao bem-estar;
24	Danos à saúde humana;
25	Desconforto Ambiental;
26	Desconforto e inconvenientes aos residentes da área;
27	Deterioração do sistema viário;
28	Deterioram a imagem de uma cidade perante a opinião pública e os investidores;
29	Diminuição da oferta de areia;
30	Diminuição da potencialidade para uso a jusante ( Pesca, recreação, irrigação e abastecimento);
31	Dinamização da economia e geração de tributos;
32	Fornecer água potável;

**Apêndice B – Lista de Aspectos e Impactos Ambientais, resultado da aplicação das Listas de Verificação.**

(Continuação)

<b>Meio Antrópico</b>	
<b>Item</b>	<b>Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais</b>
33	Geração (direta ou indireta) de movimento econômico;
34	Geração de empregos;
35	Geração de expectativa na população;
36	Impacto Visual;
37	Incômodo da população, polêmica;
38	Incômodo na vizinhança;
39	Indução de Imigração;
40	Interferências em áreas ambientalmente sensíveis ou protegidas;
41	Interferências em equipamentos urbanos;
42	Interferências na atividade pesqueira e usos recreacionais;
43	Limpeza pública;
44	Ocupação clandestina, desvalorizando ainda mais o entorno;
45	Perturbação da população local;
46	Poluição visual;
47	Possibilidade de acidentes automobilísticos devido à queda de areia durante o transporte;
48	Possibilidade de dinamização do convívio social;
49	Problemas de saúde;
50	Produção de insumos para a construção civil;
51	Qualidade de Vida;
52	Redução da vitalidade da economia local;
53	Redução de Acidentes de trabalho;
54	Redução de disponibilidade Hídrica;
55	Redução de Impacto no meio biótico e abiótico;
56	Riscos a Saúde Humana;
57	Riscos de Acidentes (explosões);
58	Riscos de danos a construção e vida humana;
59	Substituição das atividades de agricultura familiar e pecuária extensiva por mineração;
60	Tráfego de Veículos;
61	Valorização Imobiliária;
62	Veiculação de doenças;



**Apêndice C.1 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Usina de Produção de Concreto.**

(Continuação)

Alteração das Qualidades do solo	X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X X	X X X
Alteração das água superficiais	X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X X	X X X
Alteração das Propriedades Físicas e Biológicas do Solo	X X	X X X X X X	X X X	
Alteração Geomorfológica	X	X X X X X		
Alteração Geotérmica do Terreno		X X X X		
Assoreamento de Corpos d'água		X X X X X X		X
Desorganização da Malha Urbana				X
Erosão	X	X X X X X		X





**Apêndice C.1 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Usina de Produção de Concreto.**

(Continuação)

Modificação na cadeia alimentar	X	X	X	X	X	X	X											
Mortalidade da fauna terrestre por atropelamento e caça.	X	X	X	X	X	X	X											
Mudanças Climáticas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Poluição do Ar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Perda de espécies terrestres	X	X	X	X	X	X	X											
Proliferação da flora																		X
Proliferação da fauna																		X
Proliferação de Vetores		X		X		X									X		X	

**Apêndice C.1 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Usina de Produção de Concreto.**

(Continuação)

<b>Meio Antrópico</b>											
Aceleração na construção da Obra	X										
Alteração ou destruição de patrimônio arqueológico e paleontológico pelas intervenções previstas.	X X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aumento da demanda por habitação		X					X				X
Aumento da demanda sobre a infraestrutura e serviços públicos		X					X				X
Aumento de Arrecadação de Impostos	X	X					X				X
Aumento de Renda		X					X				X
Comprometimento da disponibilidade de recurso (Consumo de energia)		X					X	X	X	X	X





**Apêndice C.1 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Usina de Produção de Concreto.**

(Continuação)

Redução de Disponibilidade Hídrica	X	X			X	X				X	X	X	X	X		
Riscos à saúde humana	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Valorização Imobiliária		X	X		X				X						X	X



**Apêndice C.2 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Indústria de Fabricação do Cimento.**

(continuação)

Alteração das Qualidades do solo	X X	X X X X	X	X X X	X X X	X X X
Alteração das água superficiais	X X	X X X X	X X X X X		X X X	X X
Alteração das Propriedades Físicas e Biológicas do Solo	X X	X	X X	X	X	
Alteração Geomorfológica	X	X	X X	X	X	
Alteração Geotérmica do Terreno		X	X X	X		
Assoreamento de Corpos d'água		X	X X X X X X			X
Desorganização da Malha Urbana						X
Erosão	X	X	X X	X X		
Geração de efluentes (sanitários e água de serviço)		X		X X	X	

**Apêndice C.2 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Indústria de Fabricação do Cimento.**

(continuação)

Geração de Vibrações	X X	X X X X X X X X X X X X			X
Incremento da Insolação – Luminosidade		X X			
Modificação do Relevo		X X X X X			
Produção de Resíduos Orgânicos	X X	X X X X X X X X		X	
Produção de Resíduos Químicos				X	
Produção de Resíduos Sólidos		X X X X		X	X
Poluição Sonora	X X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X	X X	X X X
<b>Meio Biótico</b>					
Afugentamento da fauna	X X	X X X X X X X X X X		X	
Alteração da disponibilidade de recursos naturais	X	X X X X X X	X		
Alteração da taxa de infiltração da água	X	X X X X X X X			

**Apêndice C.2 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Indústria de Fabricação do Cimento.**

(continuação)

Aquecimento Global	X X	X X X X X X X X X X X	X	X	X X	X
Danos ao Habitat Animal	X X	X X X X X X				
Degradação da Vegetação	X X	X X X X				
Depósito de resíduos		X X X X X X X X				X
Estresse sobre a vegetação natural		X X X X				
Impactos a flora	X	X X X X				X
Modificação na cadeia alimentar	X	X X X X X X X				
Mortalidade da fauna terrestre por atropelamento e caça.	X	X X X X X X X			X	
Mudanças Climáticas	X	X X X X X X X X X X	X	X	X	
Poluição do Ar	X	X X X X X X X X X X	X	X	X X	X
Perda de espécies terrestres	X	X X X X X X X			X	





**Apêndice C.2 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Indústria de Fabricação do Cimento.**

(continuação)

Geração de Expectativa na População			X		X				X	X	X				X			
Impacto Visual	X				X	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X
Incômodo na População, polêmica	X	X		X	X				X	X					X	X	X	X
Indução de Imigração					X				X	X	X				X			
Comprometimento do Ecossistema	X				X	X	X	X		X	X							
Ocupação Clandestina, desvalorização																X		
Qualidade de Vida			X												X			X
Redução da Vitalidade da Economia local															X			X
Redução de Acidentes de Trabalho				X														
Redução de Disponibilidade Hídrica	X				X									X		X		

**Apêndice C.2 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na Indústria de Fabricação do Cimento.**

(continuação)

Riscos à saúde humana	X X	X X X X	X X X X X X	X X X	X X X	X X	X X X
Substituição das atividades de agricultura familiar e pecuária extensiva por mineração	X						
Valorização Imobiliária		X	X	X X X			X X

**Apêndice C.3 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos das interações apresentadas na atividade de Extração de Calcário.**

		Fases do Empreendimento																											
		Planejamento				Implantação				Operação				Fechamento															
<b>Aspectos e Impactos Ambientais</b>	<b>Atividades</b>	Topografia	Sondagens Geotécnicas ou Geológicas	Aquisição de bens	Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos.	Contratação de Serviços Técnicos especializados.	Estudo do local e Arredores	Escolha da Tecnologia de Extração	Cadastramento de Moradores	Abertura de Vias de Acesso	Execução das instalações do canteiro de obras	Retirada da cobertura vegetal	Decapagem do solo	Armazenagem de Material estéril	Terraplanagem	Drenagem	Tráfego de veículos pesados	Recrutamento de mão de obra	Perfuração	Desmonte por Explosivos	Extração e Carregamento	Transporte Interno	Transporte em Via Pública	Recrutamento mão de obra	Recuperação da Topografia	Replanteio de Vegetação	Adubação do Solo	Sub solagem de solos compactados	Demissão da mão de obra
	<b>Meio Físico</b>																												
	Alteração da Paisagem	X								X	X	X	X	X	X					X	X				X	X			
	Alteração da Qualidade do Ar	X								X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X		X		X	X	
	Alteração das Qualidades do solo	X	X							X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X		X		X	X	

**Apêndice C.3 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos das interações apresentadas na atividade de Extração de Calcário.**

(Continuação)

Alteração das água superficiais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração das Propriedades Físicas e Biológicas do Solo	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração Geomorfológica	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração Geotérmica do Terreno				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Assoreamento de Corpos d'água				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Erosão	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Geração de efluentes (sanitários e água de serviço)				X											
Geração de Vibrações	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Incremento da Insolação – Luminosidade				X	X	X					X	X	X	X	X

**Apêndice C.3 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos das interações apresentadas na atividade de Extração de Calcário.**

(Continuação)

Modificação do Relevo			X	X	X	X	X			X	X		X		
Produção de Resíduos Orgânicos	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			
Produção de Resíduos Sólidos			X												
Poluição Sonora	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<b>Meio Biótico</b>															
Afugentamento da fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração da disponibilidade de recursos naturais	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X			
Alteração da taxa de infiltração da água	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
Aquecimento Global	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Danos ao Habitat Animal	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			X
Degradação da Vegetação	X	X	X	X	X	X	X	X		X					









**Apêndice C.3 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos das interações apresentadas na atividade de Extração de Calcário.**

(Continuação)

Substituição das atividades de agricultura familiar e pecuária extensiva por mineração	X			
Valorização Imobiliária		X	X	X

---

**Apêndice C.4 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração de Argila.**

		Fases do Empreendimento																												
		Planejamento				Implantação				Operação				Fechamento																
Aspectos e Impactos Ambientais	Atividades	Topografia	Sondagens Geotécnicas ou Geológicas	Aquisição de bens	Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos.	Contratação de Serviços Técnicos especializados.	Estudo do local e Arredores	Escolha da Tecnologia de Extração	Cadastramento de Moradores	Abertura de Vias de Acesso	Execução das instalações do canteiro de obras	Retirada da cobertura vegetal	Decapagem do solo	Armazenagem de Material estéril	Terraplanagem	Drenagem	Tráfego de veículos pesados	Recrutamento de mão de obra	Escavação	Estocagem	Carregamento	Transporte Interno	Transporte em Via Pública	Recrutamento mão de obra	Recuperação da Topografia	Replanteio de Vegetação	Adubação do Solo	Subsolagem de solos compactados	Demissão da mão de obra	
	<b>Meio Físico</b>																													
	Alteração da Paisagem	X								X	X	X	X	X	X				X	X	X				X	X				
	Alteração da Qualidade do Ar	X								X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X		X		X	X		
	Alteração das Qualidades do solo	X	X							X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X		X		X	X		



**Apêndice C.4 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração de Argila.**

(Continuação)

Modificação do Relevô		X	X	X	X	X			X			X		
Produção de Resíduos Orgânicos	X	X		X	X		X	X	X					
Produção de Resíduos Sólidos			X											
Poluição Sonora	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Meio Biótico</b>														
Afugentamento da fauna	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração da disponibilidade de recursos naturais	X			X	X	X	X	X		X				
Alteração da taxa de infiltração da água	X			X	X	X		X		X	X		X	X
Aquecimento Global	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Danos ao Habitat Animal	X	X		X	X	X	X	X		X				X







**Apêndice C.4 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração de Argila.**

(Continuação)

Geração de Empregos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Geração de Expectativa na População					X		X											X		
Impacto Visual	X					X	X	X	X	X	X			X	X	X	X		X	X
Incômodo na População, polêmica	X	X			X	X														X
Indução de Imigração							X											X		X
Comprometimento do Ecossistema	X					X	X	X	X					X						
Qualidade de Vida				X															X	
Redução da Vitalidade da Economia local																				X
Redução de Acidentes de Trabalho					X															X
Redução de Disponibilidade Hídrica	X					X	X											X		



**Apêndice C.5 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração da Gipsita.**

		Fases do Empreendimento																												
		Planejamento				Implantação					Operação				Fechamento															
<b>Aspectos e Impactos Ambientais</b>	<b>Atividades</b>	Topografia	Sondagens Geotécnicas ou Geológicas	Aquisição de bens	Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos.	Contratação de Serviços Técnicos especializados.	Estudo do local e Arredores	Escolha da Tecnologia de Extração	Cadastramento de Moradores	Abertura de Vias de Acesso	Execução das instalações do canteiro de obras	Retirada da cobertura vegetal	Decapagem do solo	Armazenagem de Material estéril	Terraplanagem	Drenagem	Tráfego de veículos pesados	Recrutamento de mão de obra	Perfuração	Desmonte por Explosivos	Extração e Carregamento	Transporte Interno	Transporte em Via Pública	Recrutamento mão de obra	Recuperação da Topografia	Replanteio de Vegetação	Adubação do Solo	Sub solagem de solos compactados	Demissão da mão de obra	
	<b>Meio Físico</b>																													
	Alteração da Paisagem	X								X	X	X	X	X	X					X	X				X	X				
	Alteração da Qualidade do Ar	X								X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X		X		X	X		

**Apêndice C.5 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração da Gipsita.**

(Continuação)

Alteração das Qualidades do solo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração das água superficiais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração das Propriedades Físicas e Biológicas do Solo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração Geomorfológica	X		X	X	X	X	X		X	X		X	X	X
Alteração Geotérmica do Terreno			X	X	X	X			X	X	X		X	X
Assoreamento de Corpos d'água			X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
Erosão	X		X	X	X	X	X		X	X		X	X	X
Geração de efluentes (sanitários e água de serviço)			X											
Geração de Vibrações	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X

**Apêndice C.5 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração da Gipsita.**

(Continuação)

Incremento da Insolação – Luminosidade		X	X	X					X	X		X	X
Modificação do Relevo		X		X	X	X	X		X	X		X	
Produção de Resíduos Orgânicos	X	X		X	X		X	X	X	X	X		
Produção de Resíduos Sólidos				X									
Poluição Sonora	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Meio Biótico</b>													
Afugentamento da fauna	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alteração da disponibilidade de recursos naturais	X			X	X	X	X	X		X	X	X	
Alteração da taxa de infiltração da água	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X
Aquecimento Global	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X



**Apêndice C.5 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração da Gipsita.**

(Continuação)

Proliferação da fauna										X	X	
Proliferação de Vetores										X	X	
<b>Meio Antrópico</b>												
Aceleração da exploração da jazida										X		
Alteração ou destruição de patrimônio arqueológico e paleontológico pelas intervenções previstas.	X	X								X	X	X
Aumento da demanda por habitação										X		X
Aumento da demanda sobre a infraestrutura e serviços públicos										X		X
Aumento de Arrecadação de Impostos										X		X
Aumento de Renda										X		X







**Apêndice C.6 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas no Uso da Cinza Volante.**

Atividades	Fases do Empreendimento				
	Operação				
	Carregamento	Transporte Interno	Transporte Via Pública	Descarregamento	Contratação Mão de Obra
Aspectos e Impactos Ambientais					
<b>Meio Físico</b>					
Alteração da Paisagem	X				
Alteração da Qualidade do Ar	X	X	X	X	
Alteração das Qualidades do solo	X	X	X	X	
Alteração das água superficiais	X	X	X	X	
Poluição Sonora	X	X	X	X	

**Apêndice C.6 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas no Uso da Cinza Volante.**

(Continuação)

<b>Meio Biótico</b>					
Afugentamento da fauna	X	X	X	X	
Aquecimento Global	X	X	X	X	
Mortalidade da fauna terrestre por atropelamento e caça.	X		X	X	
Mudanças Climáticas	X		X	X	
Poluição do Ar	X	X	X	X	
Perda de espécies terrestres			X		
<b>Meio Antrópico</b>					
Aumento da demanda por habitação					X
Aumento da demanda sobre a infraestrutura e serviços públicos					X
Aumento de Arrecadação de Impostos					X
Aumento de Renda					X
Comprometimento da disponibilidade de recurso (Consumo de energia)					X
Consumo de Combustível	X	X	X	X	

**Apêndice C.6 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas no Uso da Cinza Volante.**

(Continuação)

Crescimento econômico da região						X
Crescimento Populacional Associado						X
Criação de Cursos de Capacitação (EJA)						X
Desconforto Ambiental	X				X	
Deterioração do Sistema Viário				X		
Geração de Empregos	X	X	X	X	X	X
Geração de Expectativa na População						X
Impacto Visual	X	X			X	
Indução de Imigração						X
Qualidade de Vida						X
Redução de Disponibilidade Hídrica						X
Riscos à saúde humana	X	X	X	X	X	
Valorização Imobiliária						X



**Apêndice C.7 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração da Brita.**

(Continuação)

Alteração das água superficiais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Alteração das Propriedades Físicas e Biológicas do Solo	X	X		X	X		X	X		X							X	X	X	
Alteração Geomorfológica	X			X	X		X			X	X							X	X	
Alteração Geotérmica do Terreno				X	X		X			X	X							X	X	
Assoreamento de Corpos d'água				X	X	X	X	X		X	X							X	X	
Erosão	X			X	X		X	X		X	X							X	X	
Geração de efluentes (sanitários e água de serviço)				X															X	
Geração de Vibrações	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X
Incremento da Insolação – Luminosidade				X	X	X				X	X							X	X	X





**Apêndice C.7 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração da Brita.**

(Continuação)

Proliferação de Vetores			X	X	X			X				X
<b>Meio antrópico</b>												
Aceleração na construção da Obra		X										
Aceleração da exploração da jazida		X										
Alteração ou destruição de patrimônio arqueológico e paleontológico pelas intervenções previstas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aumento da demanda por habitação								X				X
Aumento da demanda sobre a infraestrutura e serviços públicos								X				X
Aumento de Arrecadação de Impostos			X					X				X
Aumento de Renda								X				X
Comprometimento da disponibilidade de recurso (Consumo de energia)			X				X	X	X	X	X	X
Conflitos pela Terra			X				X					





**Apêndice C.8 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração da Areia.**

		Fases do Empreendimento																															
		Planejamento				Implantação						Operação				Fechamento																	
<b>Aspectos e Impactos Ambientais</b>	<b>Atividades</b>	Topografia	Sondagens Geotécnicas ou Geológicas	Aquisição de bens	Projetos, execução de estudos técnicos e econômicos.	Contratação de Serviços Técnicos especializados.	Estudo do local e Arredores	Escolha da Tecnologia de Extração e Construção	Cadastramento de Moradores	Abertura de Vias de Acesso	Execução das instalações do canteiro de obras	Retirada da cobertura vegetal	Decapagem do solo	Instalação da Estrutura para extração da areia	Armazenagem de Material estéril	Terraplanagem	Drenagem	Execução da Obra	Tráfego de veículos pesados	Recrutamento de mão de obra	Dragagem	Armazenamento	Peneiramento	Estocagem	Carregamento	Transporte Interno	Transporte em Via Pública	Recrutamento mão de obra	Desativação	Desmonte da estrutura (máquinas)	Demolição de Instalações	Sub solagem de solos compactados	Demissão da mão de obra
	<b>Meio Físico</b>	Alteração da Paisagem	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X						X	X	







**Apêndice C.8 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Extração da Areia**

(Continuação)

Aquecimento Global	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Danos ao Habitat Animal	X	X					X	X	X				X					X
Degradação da Vegetação	X	X					X					X						
Depósito de resíduos			X	X	X		X	X	X	X		X	X					X
Estresse sobre a vegetação natural			X	X	X		X					X						X
Impactos a flora	X		X	X	X		X					X	X					X
Modificação na cadeia alimentar	X		X	X	X		X	X				X	X					
Mortalidade da fauna terrestre por atropelamento e caça.	X		X	X	X	X	X	X						X	X			X
Mudanças Climáticas	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X		X			X
Poluição do Ar	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X			X
Perda de espécies terrestres	X		X	X	X		X	X	X					X	X			

















**Apêndice C.9 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Tratamento da Água**

(Continuação)

Depósito de resíduos			X	X	X	X	X		X			X	X	
Estresse sobre a vegetação natural		X		X	X		X					X		
Impactos a flora	X	X		X	X		X			X			X	
Modificação na cadeia alimentar	X	X		X	X		X	X			X			
Mortalidade da fauna terrestre por atropelamento e caça.	X	X	X	X		X	X	X				X	X	
Mudanças Climáticas	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X
Poluição do Ar	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X
Perda de espécies terrestres	X	X		X	X		X	X						
Proliferação da flora												X	X	
Proliferação da fauna		X					X					X	X	
Proliferação de Vetores				X					X	X	X	X	X	

**Apêndice C.9 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Tratamento da Água**

(Continuação)

<b>Meio Antrópico</b>											
Aceleração na construção da Obra	X										
Aceleração da exploração da jazida	X	X						X			
Alteração ou destruição de patrimônio arqueológico e paleontológico pelas intervenções previstas.	X X	X	X	X	X	X	X	X			
Aumento da demanda por habitação								X			X
Aumento da demanda sobre a infraestrutura e serviços públicos								X X		X	X
Aumento de Arrecadação de Impostos	X							X		X	X
Aumento de Renda		X						X			X





**Apêndice C.9 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de aspectos e impactos ambientais das interações apresentadas na atividade de Tratamento da Água**

(Continuação)

Substituição das atividades de pesca		X	X	
Valorização Imobiliária	X	X	X	





**Apêndice C.10 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de impactos das interações apresentadas na Indústria Química, Fabricação do Aditivo**

(Continuação)

Erosão	X	X	X	X	X	X						
Geração de efluentes (sanitários e água de serviço)		X				X	X	X		X		
Geração de Vibrações	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Incremento da Insolação – Luminosidade		X	X									
Modificação do Relevo		X	X	X	X	X						
Produção de Resíduos Orgânicos	X	X	X		X	X		X	X	X		
Produção de Resíduos Químicos								X	X	X	X	
Produção de Resíduos Sólidos		X				X	X	X	X		X	X
Interferência nas comunidades bentônicas e plantônicas										X		



**Apêndice C.10 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de impactos das interações apresentadas na Indústria Química, Fabricação do Aditivo**

(Continuação)

Depósito de resíduos			X	X	X	X	X		X				X		
Estresse sobre a vegetação natural		X		X	X		X								
Impactos a flora	X		X	X	X		X			X	X	X			X
Modificação na cadeia alimentar	X		X	X	X	X	X	X		X		X			
Mortalidade da fauna terrestre por atropelamento e caça.	X		X	X	X	X	X	X					X		
Mudanças Climáticas	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Poluição do Ar	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Perda de espécies terrestres	X		X	X	X	X			X				X		
Proliferação da flora			X					X							X
Proliferação da fauna															X
Proliferação de Vetores					X				X		X	X	X	X	X



**Apêndice C.10 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de impactos das interações apresentadas na Indústria Química, Fabricação do Aditivo**

(Continuação)

Consumo de Combustível	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Descaracterização do Entorno					X	X				X	X										X
Crescimento econômico da região											X	X									X
Crescimento Populacional Associado											X	X									X
Criação de Cursos de Capacitação (EJA)						X				X			X								X
Desconforto Ambiental	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X			X
Deterioração do Sistema Viário	X				X	X	X	X		X	X	X	X								X
Geração de Empregos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Geração de Expectativa na População					X		X			X	X	X									X
Impacto Visual	X				X	X	X	X		X	X			X	X	X					X

**Apêndice C.10 – Matriz de Interação utilizada para posterior identificação de impactos das interações apresentadas na Indústria Química, Fabricação do Aditivo**

(Continuação)

Incômodo na População, polêmica	X	X		X	X		X	X		X		X	X	X	X
Indução de Imigração				X			X	X	X			X			
Comprometimento do Ecossistema	X			X	X	X		X		X	X	X			
Ocupação Clandestina, desvalorização														X	
Qualidade de Vida		X							X				X		X
Redução da Vitalidade da Economia local				X			X						X		X
Redução de Acidentes de Trabalho			X	X			X								
Redução de Disponibilidade Hídrica	X			X					X	X	X	X		X	
Riscos à saúde humana	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Valorização Imobiliária			X					X	X					X	X