



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Kenji Kevin da Silva

**Análise da gestão dos resíduos de gesso utilizados na
construção civil na cidade de Campinas, segundo o olhar
dos atuantes no mercado local**

Campinas

2022



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Kenji Kevin da Silva

**Análise da gestão dos resíduos de gesso utilizados na
construção civil na cidade de Campinas, segundo o olhar
dos atuantes no mercado local**

Trabalho Final de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do
título de **Bacharel em Engenharia Civil** à
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura
e Urbanismo da Universidade Estadual de
Campinas.

Orientador: Carlos Eduardo Marmorato Gomes

Campinas

2022



Análise da gestão dos resíduos de gesso utilizados na construção civil na cidade de Campinas, segundo o olhar dos atuantes no mercado local

Kenji Kevin da Silva

BANCA EXAMINADORA

CARLOS EDUARDO MARMORATO GOMES
Prof(a). Orientador(a)

KAREN SORGI BOMEDIANO
Prof(a).

MARIA EMÍLIA DA SILVA OLIVEIRA ARAÚJO
Prof(a).

Aprovado em: _____

RESUMO

Um dos principais problemas ambientais na construção civil é o grande volume de materiais desperdiçados em obras. Muito desse desperdício vem da competitividade que o mercado da construção impõe para seus players, aumentando assim a sua produtividade para atingir prazos mais curtos em busca de maior lucro. Nesse cenário, as construtoras estão utilizando, cada vez mais, métodos construtivos ágeis, como o uso de drywall para vedação de suas obras. Devido a isso, o gesso cresce como um dos materiais mais utilizados e, conseqüentemente, mais desperdiçados na construção civil. Na cidade de Campinas, São Paulo, a construção civil é o maior responsável pela produção de resíduos diários. Em vista disso, o presente trabalho realizou uma pesquisa com profissionais do setor, na cidade de Campinas, para entender como é feita a gestão do resíduo de gesso pelas companhias.

Palavras-chave: Drywall; gesso; construção civil; desperdício da construção civil.

ABSTRACT

One of the main environment problems in the Civil engineering is the great amount of wasting materials on construction sites. Much of this waste comes from competitiveness that market creates for the players whom are involved in it, increasing productivity to get shortest deadlines and more profit. In this scenery, the companies are using new methods, as drywall, to sealing your constructions. As a result of, the plaster grow up as one of the most used materials and, therefore, one of the most wasted of the constructions. In Campinas, São Paulo, construction is the major responsible for the daily waste production. Therefore, this research make some questions to civil engineers to understand which approach construction companies is doing about wasting management.

Keywords: Drywall; gypsum; construction industry; construction wasting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Localização do Polo Gesseiro de Araripe	19
Figura 2: Frente de lara da Mineradora São Jorge no Pólo Gesseiro de Pernambuco	19
Figura 3: Etapas para a produção do gesso comercial	24
Figura 4: Lavra do Pólo Gesseiro do Araripe	25
Figura 5: Tipos de gesso acartonado	28
Figura 6: Montagem da estrutura metálica	29
Figura 7: Colocação de um dos lados da chapa de gesso acartonado	29
Figura 8: Fixação das caixas de derivação	30
Figura 9: Aplicação de gesso manualmente.....	31
Figura 10: Aplicação de gesso manualmente em parede de alvenaria	31
Figura 11: Misturador e projeção mecanizada do gesso na parede.....	32
Figura 12: Aterro Sanitário Delta A - Campinas/SP.....	46
Figura 13: Unidade Recicladora de Materiais (Britador), Aterro Sanitário Delta A - Campinas/SP	46
Figura 14: Ecoponto Jardim São Gabriel - Campinas/SP	48
Figura 15: Ecoponto Vila União - Campinas/SP.....	49
Figura 16: Ecoponto Jardim Eulina - Campinas/SP	49
Figura 17: Ecoponto Vila Campos Sales - Campinas/SP.....	50
Figura 18: Ecoponto Parque Itajaí - Campinas/SP.....	50
Figura 19: Ecoponto Jardim Paranapanema - Campinas/SP	51
Figura 20: Ecoponto D.L.U - Campinas/SP.....	51
Figura 21: Ecoponto Bairro Vida Nova- Campinas/SP	52
Figura 22: Ecoponto Jardim Pacaembu - Campinas/SP	52
Figura 23: Ecoponto Parque São Jorge - Campinas/SP	53
Figura 24: Ponto Verde Jardim Costa e Silva - Campinas/SP.....	54

GRÁFICOS

Gráfico 1: Produção de Resíduo Sólido Diário.....	44
Gráfico 2: Pergunta de nº1 do questionário	60
Gráfico 3: Pergunta de nº2 do questionário	61
Gráfico 4: Pergunta de nº3 do questionário	61
Gráfico 5: Pergunta de nº4 do questionário	62
Gráfico 6: Pergunta de nº5 do questionário	62
Gráfico 7: Pergunta de nº6 do questionário	63
Gráfico 8: Pergunta de nº7 do questionário	64
Gráfico 9: Pergunta de nº8 do questionário	64
Gráfico 10: Pergunta de nº9 do questionário	65

Gráfico 11: Pergunta de nº10 do questionário	65
Gráfico 12: Pergunta de nº11 do questionário	66
Gráfico 13: Pergunta de nº12 do questionário	67
Gráfico 14: Pergunta de nº13 do questionário	67
Gráfico 15: Pergunta de nº14 do questionário	68
Gráfico 16: Pergunta de nº16 do questionário	69
Gráfico 17: Pergunta de nº18 do questionário	70
Gráfico 18: Pergunta de nº20 do questionário	71
Gráfico 19: Pergunta de nº21 do questionário	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição das reversas e da produção de gesso ao redor do mundo	17
Tabela 2: Síntese de Atividades e Impactos na Fase de Desenvolvimento.....	21
Tabela 3: Síntese de Atividades e Impactos Decorrentes da Lavra	21
Tabela 4: Síntese de Atividades e Impactos no Beneficiamento e Calcinação.....	22
Tabela 5: Síntese de Atividades e Impactos decorrentes da Desativação	22
Tabela 6: Composição teórica das diferentes fases de sulfatos presentes no gesso de construção, sua densidade e água consumida para hidratação. Proporção $CaO/SO_3 = 0,7$	24
Tabela 7: Influência da temperatura na obtenção do gesso	26
Tabela 8: Obtenção dos tipos de gesso em função da variação da temperatura de calcinação	26
Tabela 9: Características de natureza física dos resíduos sólidos	41
Tabela 10: Característica da natureza química dos resíduos sólidos.....	41
Tabela 11: Classificação dos resíduos sólidos por sua origem	42
Tabela 12: Principais diferenças entre ciência tradicional e a Design Science.....	58

LISTA DE ABREVIações

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

CBIC: CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRO DE NORMAS TÉCNICAS

PIB: PRODUTO INTERNO BRUTO

PGRS: PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

IDH: ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO

IPT: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

CEMPRE: COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM

ETA: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

ETE: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESTOGO

URM: UNIDADE RECICLADORA DE MATERIAIS

RCC: RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

CONAMA: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

DSR: *DESIGN SCIENCE RESEARCH*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO.....	14
2.2 MATÉRIA-PRIMA.....	16
2.2.1 Polo Gesseiro de Araripe	18
2.2.2 Problemas socioambientais do Pólo Gesseiro de Araripe	20
2.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO GESSO LITERATURA.....	23
2.4 APLICAÇÕES DO GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	27
2.4.1. Gesso Acartonado	27
2.4.1.1 Montagem	28
2.4.2. Gesso para Revestimento	30
3. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	33
3.1. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE CAMPINAS/SP.....	39
3.1.1 Caracterização dos aspectos sócio-econômicos da cidade de Campinas/SP e da Região Metropolitana de Campinas/SP.	39
3.1.2 Situação dos Resíduos Sólidos da Cidade de Campinas/SP	40
3.1.2.1 Classificação dos Resíduos Sólidos.....	40
3.1.2.1.1 Por sua natureza física:	40
3.1.2.1.2 Por sua composição química:	41
3.1.2.1.3 Por sua origem:	42
3.1.2.1.4 Pelos riscos potenciais ao meio ambiente:	42
3.1.3 Geração dos Resíduos Sólidos Urbanos na cidade de Campinas/SP ...	43
3.1.3.1 Resíduos de Construção Civil e Demolição	45
3.1.3.2 Funcionamento da Coleta dos Resíduos de Construção Civil e Demolição ..	54
4. METODOLOGIA	56
4.1. DESIGN SCIENCE.....	56

4.2. DESIGN SCIENCE E PESQUISAS TRADICIONAIS	57
4.3. MÉTODO APLICADO NA ANÁLISE DO USO DOS RESÍDUOS DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	59
5. RESULTADOS.....	60
6. CONCLUSÕES.....	73
7. REFERÊNCIAS.....	74

1. INTRODUÇÃO

Desde que surgiu na Terra, a movimentação do Homem e os aglomerados humanos tinham como origem suas necessidades e disponibilidades dos locais em atendê-las. A necessidade essencial, comum a todos os selvagens, era a alimentação, ou seja, o Homem primitivo era um caçador. Como caça não se faz apenas com as mãos, os homídeos tiveram que construir instrumentos para conseguir caçar e ter seus alimentos.

Embora de perfil majoritariamente nômades, ao descobrirem um território fértil tanto em caça como em matérias-primas para a produção de artefatos domésticos e de caça, os homídeos tinham que demarcar e defender o território correspondente contra os avanços de tribos semelhantes. A partir daí surge a necessidade de desenvolvimento de artefatos bélicos, os quais representariam a força de uma tribo à medida em que fossem mais contundentes e fabricados de maneira mais fáceis e em maior quantidade (NAVARRO, 2006).

Doravante, o método de transformação e matéria-prima em instrumentos utilizáveis para diversos fins, nomeado de artesanato, foi consolidado nas sociedades ao longo do tempo. O setor “construção civil” não foi diferente. Ele é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento e, como dito anteriormente, foi executada de forma artesanal, responsável pelo uso excessivo de recursos naturais provenientes de fontes renováveis e não-renováveis.

No Brasil, houve um aumento expressivo de investimentos governamentais em infraestrutura, direcionados aos setores de energias, transportes e industriais a partir do projeto “50 anos em 5”, com o governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961). Do ponto de vista global, as estimativas elaboradas ao longo de 1957 indicavam até 1961, um investimento total de cerca de Cr\$302 bilhões, dos quais Cr\$65,1 bilhões em moeda estrangeira, ou seja, o equivalente a US\$2,3 bilhões. Em termos relativos, o programa de investimento envolvia um volume de recursos que variava entre 7,6% do PIB em 1958 e cerca de 4,1% em 1961.

Setorialmente, a produção de energia – basicamente petróleo e eletricidade – foi a principal beneficiada, cabendo-lhe mais de 43% dos investimentos previstos. Em

seguida, vinha o setor de transportes, com cerca de 30% do total, e as chamadas indústrias de base, com 20%.

Todo esse investimento foi destinado a construção de: barragens, usinas de geração de energia, linhas de transmissão, ferrovias, portos, rodovias, entre outros.

Como consequência, diversos polos urbanos foram se consolidando, chegando a um contexto atual de PIB da construção civil para 2020 de aproximadamente R\$250 bilhões, sendo R\$83 bilhões em 2000, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção), com 125 mil companhias registradas no setor de construção em 2019, contra 79 mil em 2010, somando 2,4 milhões de trabalhadores com carteira assinada na construção civil em maio de 2021 (IBGE, 2021; CBIC, 2022). Dado esse panorama, estima-se que 50% de todo o recurso natural disponível é consumido pelo setor da construção civil e aproximadamente 40 a 60% de todo o resíduo sólido produzido diariamente nas cidades são originários de obras e empreendimentos em construção. (BRUM *et al.*, 2019) Dentre os resíduos gerados pela construção civil, podemos citar: tijolos, telhas, materiais cerâmicos, concreto, areia, papel, papelão, plástico, madeira, tinta, isopor e gesso.

Segundo Pinheiro (2011), entre os materiais utilizados em todo o processo da construção civil, o segmento gesso apresenta um grande potencial de contribuição para a sustentabilidade da indústria da construção, dado o baixo consumo de energia para a produção e reciclagem do material. A utilização desse material encontra-se em constante crescimento, com uma taxa de crescimento de 8% ao ano (SINDUGESSO, 2007). Porém, mesmo com lados positivos em sua utilização, devido a sua composição físico-química, há a necessidade de cuidados especiais na sua disposição final, graças ao seu potencial tóxico, à liberação de gases inflamáveis, ao risco de contaminação do solo e do lençol freático (PINHEIRO, 2011).

1.1 JUSTIFICATIVA

O uso do gesso na construção civil brasileira vem crescendo gradativamente ao longo dos últimos anos. Ganhou impulso a partir de meados da década de 1990, com a introdução da tecnologia drywall nas vedações internas de todos os tipos de edificações no país. A isso se somam todos os usos tradicionais do gesso como

material para revestimento, aplicado diretamente em paredes e tetos, e como material de fundição, utilizado na produção de placas de forro, sancas, molduras e outras peças de acabamentos.

Todas essas utilizações geram resíduo. E a gestão destes, da mesma forma que ocorre com outros materiais empregados nos canteiros de obras, passou a demandar atenção cada vez maior dos construtores, em razão das rigorosas exigências da legislação ambiental brasileira (DRYWALL, 2009)

Dado esse cenário, enxerga-se a importância de entender como o mercado atual lida com esse material, não apenas no descarte, mas também em sua utilização, segregação, transporte e no treinamento dos profissionais que entrarão em contato com o gesso.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Entender como o setor da construção civil trata e trabalha os resíduos gerados pela utilização de materiais compostos por gesso na cidade de Campinas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Conceituação teórica do histórico do uso do gesso na construção civil;
- Entender como é produzido o material gesso, desde a extração da gipsita e a importância do material na economia brasileira;
- Como o material é utilizado na construção e quais são os possíveis gargalos de geração do resíduo durante a sua utilização;
- Definir quais são os planos e leis que regulamentam o setor de coleta e tratamento de resíduos sólidos na cidade de Campinas/SP;
- Mapear, por meio de entrevistas, como *players* do setor atuam e trabalhar os resíduos de gesso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre o contexto histórico do gesso, sua constituição e como o material é usado na construção civil, foi realizada uma revisão bibliográfica.

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Segundo Gourdin e Kingery (1975), estudos arqueológicos mostram que o gesso é utilizado como material construtivo desde o período neolítico, no início do uso da pirotecnia. O material foi identificado em ruínas na Turquia e na Síria, em meados de 7000 a.C., onde eram usados como argamassa para pisos, fabricação de recipientes e suporte de afresco.

O gesso ainda foi encontrado em ruínas da cidade de Jericó, em Israel e na cidade de Anu, em ruínas na Síria, em meados de 6000 a.C. e sua presença também foi identificada nos blocos das Pirâmides de Gizé, no Egito, nas juntas de assentamento, no ano de 2800 a.C. (GOURDIN e KINGERY, 1975)

A documentação mais antiga relacionada à atividade de extração do minério de gipsita e produção do gesso é o “Tratado da Pedra”, do filósofo Theophraste, discípulo de Platão e Aristóteles que, por volta do ano 300 a.C., relatou a existência de gesseiras na região de Chipre, Fenícia e Síria, cujo material era utilizado como argamassa e para a confecção de elementos decorativos - afrescos e estatuetas (PINHEIRO, 2011).

A disseminação da utilização do gesso no Ocidente ocorreu após a invasão romana, na França, no ano 222 a.C., quando os processos construtivos com esse material passaram a ser desenvolvidos e difundidos pelos “pedreiros do gesso”. A técnica utilizada nas construções constituía na associação do gesso à madeira, sendo amplamente empregado até a época merovíngia e carolíngia nos séculos V e X. Ainda nessa época o gesso foi amplamente utilizado na região parisiense em elementos decorativos de sarcófagos (PINHEIRO, 2011).

Nos países que compunham o Império Romano, o gesso era largamente difundido como material aglomerante, conhecendo-se já as suas propriedades como isolante térmico. Na França, em 1292, foram catalogadas 18 jazidas do mineral apenas nas proximidades de Paris. A técnica de utilização do gesso foi largamente empregada

durante a Idade Média, pela abundância do material, a facilidade de emprego e por conta das suas propriedades não propagadoras de chama. É um bom isolante térmico, além de bom isolante acústico (NOGUEIRA, 2012).

O Renascimento foi marcado pelo domínio do emprego do gesso para a decoração recebendo a denominação de gesso de estuque na época do barroco, quando foi usado tanto no teto quanto no acabamento das paredes devido à facilidade de emprego e ao ótimo acabamento conferindo às superfícies revestidas (NOGUEIRA, 2012).

Após o grande incêndio de Londres, ocorrido entre os dias 2 e 5 de setembro de 1666, que destruiu as partes centrais da cidade, Luiz XIV, rei da França, tornou obrigatório em 1667 o uso do gesso como material de revestimento tanto no interior como no exterior dos prédios, como medida preventiva contra incêndios (NOGUEIRA, 2012).

Os primeiros estudos científicos relacionados ao gesso remontam ao final do século XVIII e início do século XIX, quando Lavoisier, em 1798, apresentou à Academia de Ciências Francesa o primeiro estudo sobre os fenômenos relacionados à origem da preparação do gesso. Foi seguido por Vant'Hoff e Le Chatelier (1887), que elaboraram uma explicação científica sobre a desidratação da gipsita e a hidratação do gesso (PINHEIRO, 2011)

No século XX, com o desenvolvimento industrial, novas tecnologias foram agregadas à produção do gesso e proporcionaram a fabricação de um material com maior qualidade e desempenho adequado a novas aplicações, tais como: revestimento de paredes na forma de argamassa e pasta, confecção de componentes pré-moldados para forros e divisórias (blocos e painéis de gesso acartonado), e elementos decorativos (PINHEIRO, 2011).

O uso mais recente diz respeito à fabricação de blocos e placas de gesso acartonado, reforçados ou não com fibras vegetais, sintéticas ou minerais e a produção de unidades habitacionais com sistemas construtivos modulares associados a sistemas eficientes de impermeabilização (NOGUEIRA, 2012).

2.2 MATÉRIA-PRIMA

O gesso consiste no sulfato de cálcio hemihidratado, com fórmula química $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. A produção de gesso natural acontece basicamente em quatro etapas: extração do *gipso*; preparação para calcinação; calcinação e seleção. O *gipso* é uma rocha sedimentar que apresenta basicamente em sua composição a gipsita, a anidrita e algumas impurezas, geralmente argilominerais, calcita, dolomita e material orgânico (BARBOSA, FERRAZ e SANTOS, 2014). Dado esse panorama, entenderemos mais sobre a produção e comercialização da gipsita pelo Brasil e mundo.

Em 2017, a produção brasileira de gipsita bruta ROM foi de 2,1 Mt, uma redução de 21,9% em relação ao ano anterior. Pernambuco é o principal estado produtor de gipsita do Brasil, sendo responsável por 79,7% do total produzido. Destaca-se o “polo gesseiro do Araripe”, situado no extremo oeste pernambucano e formado pelos municípios de Araripina, Trindade, Ipubi, Bodocó e Ouricuri. Os outros estados produtores de gipsita são: Maranhão (17,3%), Tocantins (2,2%), Pará (0,4%), Amazonas (0,2%), Rio Grande do Norte (0,1%) e Ceará (0,1%). Em 2017, 39 empresas declararam ter produzido gipsita, sendo as que mais produziram foram: Mineradora São Jorge, Gesso Integral, Rocha Nobre Mineração, Mineração Alto Bonito, Votorantim Cimentos N/NE, Mineradora Sombra da Serra, Mineração Puluca, Alencar e Parente Mineração, Indústria de Gessos Especiais e Royal Gipso. Em conjunto essas empresas foram responsáveis por 83,3% da produção nacional em 2017 (SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2018).

O consumo aparente de gipsita (bens primários) em 2017 foi de aproximadamente 2,3 Mt, uma intensa redução de 20,9% em relação a 2016 que se destinava predominantemente para utilização na construção civil, sendo um percentual pequeno utilizado como corretivo agrícola. O consumo per capita anual de gesso no Brasil é de aproximadamente 11 kg, valor bem abaixo da média dos países industrializados (SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2018).

Abaixo é demonstrado, a partir da tabela, a relevância da reserva brasileira de gipsita, sendo a segunda maior reversa em 2016 junto com o Canadá e atrás apenas dos Estados Unidos, para o mundo, porém representando apenas 0,8% da produção mundial.

Tabela 1: Descrição das reservas e da produção de gesso ao redor do mundo

Discriminação	Reversas (10 ³ t)	Produção (10 ³ t)		
		2016 ^(r)	2017 ^(p)	(%)
Brasil	450.000	2.674	2.113	0,8
China	nd	130.000	130.000	50,0
Estados Unidos da América	700.000	17.000	17.500	6,7
Irã	1.600	16.000	16.000	6,2
Tailândia	nd	11.300	11.000	4,2
Turquia	170.000	9.000	9.000	3,5
Itália	nd	8.550	8.600	3,3
Espanha	nd	7.000	7.000	2,7
Omã	4.900	6.050	6.000	2,3
México	nd	5.380	5.400	2,1
Japão	nd	4.670	4.700	1,8
Rússia	nd	4.400	4.400	1,7
Índia	39.000	3.500	3.500	1,3
França	nd	3.280	3.300	1,3
Austrália	nd	2.580	2.600	1,0
Egito	nd	2.200	2.200	0,8
Argélia	nd	2.130	2.100	0,8
Arábia Saudita	nd	1.860	1.900	0,7
Alemanha	nd	1.800	1.800	0,7
Paquistão	nd	1.660	1.700	0,7
Canadá	450.000	1.630	1.600	0,6
Argentina	nd	1.500	1.500	0,6
Reino Unido	30.000	1.200	1.200	0,5
Outros Países	nd	15.636	14.887	5,7

Fonte: ANM/SRDM, USGS-Mineral Commodity Summaries (2018)
Desenvolvido: Sumário Mineral Brasileiro, 2018

As reservas de gipsita são abundantes na maior parte dos países produtores, no entanto boa parte dos dados sobre reservas internacionais não está disponível. A produção mundial de gipsita em 2017 foi de 260 milhões de toneladas (Mt), uma

redução de 0,4% em relação ao ano de 2016, segundo o United States Geological Survey - USGS. A China continua sendo o país que mais produz gipsita (130 Mt), representando metade de toda a produção de 2017. O Brasil é o maior produtor da América do Sul e um dos 20 maiores produtores do mundo, com uma produção em 2017 de aproximadamente 2,1 Mt, valor que representou 0,8% do total mundial (SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2018).

2.2.1 Polo Gesseiro de Araripe

A região do Araripe, localizada no extremo oeste de Pernambuco, é composta pelos municípios de Araripina, Bodocó, Cedro, Dormentes, Exu, Granito, Ipubí, Moreilândia, Ouricuri, Parnamirim, Santa Cruz, Santa Filomena, Serrita, Terra Nova e Trindade, que juntos correspondem a 18% da área total de estado de Pernambuco. É nessa região que fica o APL do gesso, denominado de Polo Gesseiro do Araripe (POLO GESSEIRO DO ARARIPE, 2014).

Os depósitos mais importantes de gipsita fazem parte da sequência sedimentar cretácea, conhecida como Chapada do Araripe, situada nos limites dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, entre os paralelos 7º e 8º da latitude Sul e nos meridianos de 39º e 41º de longitude Oeste. Em Pernambuco, as principais ocorrências estão localizadas nos municípios de Araripina, Bodocó, Exu, Ipubi, Santa Filomena e Trindade, que compõem a microrregião de Araripina (POLO GESSEIRO DO ARARIPE, 2014).

Os principais fatores que contribuem pelo interesse no aproveitamento do minério do Araripe são: (1) condições favoráveis de mineração (relação estéril/minério e geomorfologia da jazida); (2) elevada pureza do minério (considerado o de melhor qualidade no mundo com teor médio de pureza em torno de 95%) e (3) melhor localização, se comparado ao minério do estado do Pará (POLO GESSEIRO DO ARARIPE, 2014).



Figura 1: Localização do Polo Gesso de Araripe

Fonte: BALTAR, BASTOS e LUZ (2003)

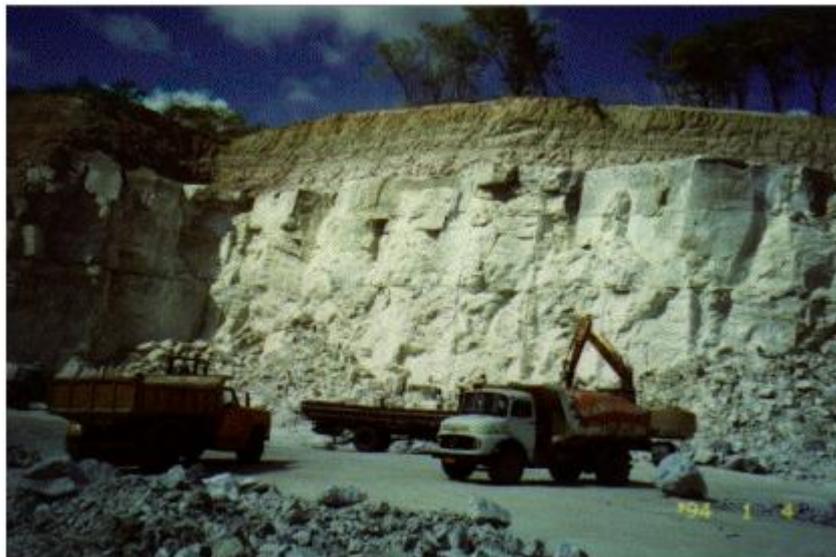


Figura 2: Frente de lara da Mineradora São Jorge no Pólo Gesso de Pernambuco

Fonte: BALTAR, BASTOS e LUZ (2003)

O polo gesso de Pernambuco é formado por 47 minas, 80 unidades industriais de calcinação e 234 indústrias de pré-moldado, constituindo-se no principal centro produtor de gesso e gipsita bruta do país. A região do Araripé dispõe de uma razoável rede de rodovias (a maioria pavimentada) e um elevado índice de eletrificação rural (BALTAR, BASTOS e Luz, 2003).

No Polo Gesso do Araripé são gerados 13,9 mil empregos diretos e 69 mil

indiretos, resultantes da atuação de 42 minas de gipsita, 174 indústrias de calcinação e cerca de 750 indústrias de pré-moldados, que geram um faturamento anual na ordem de R\$ 1,4 bilhões/ano (POLO GESSEIRO DO ARARIPE, 2014).

O método para extração do minério empregado na região é a lavra a céu aberto (open pit), através de bancadas simples com altura média em torno de 15 metros (figura 2), utilizando-se equipamentos como: rompedores hidráulicos, martelões hidráulicos, vagon drill, tratores de esteira e pás mecânicas (PERES *et al.*, 2001). As atividades na lavra envolvem as seguintes operações principais: decapeamento, perfuração, carregamento de explosivos, desmonte, fragmentação de blocos e carregamento/transporte (SAMPAIO, LUZ e LINS, 2001).

2.2.2 Problemas socioambientais do Pólo Gesseiro de Araripe

Trabalho realizado por Sérgio Murilo Santos de Araújo e Luiz Augusto Milani Martins evidenciou os problemas gerados pela mineração de gipsita na região do Araripe.

Para a pesquisa, foram realizadas 71 entrevistas com pessoas envolvidas no processo extrativista da região. O trabalho de pesquisa em campo foi realizado de 2000 a 2004 e mais 2 visitas em 2006 e 2008.

Para caracterização e descrição das atividades da mineração de gipsita, foram consideradas três fases principais: desenvolvimento, operação e desativação. Dentro dessas fases existe um conjunto de atividades que, descritas em detalhes, fornecem uma visão geral dos problemas ambientais gerados por cada uma delas (ARAÚJO e MARTINS, 2012).

Fase de Desenvolvimento:

Tabela 2: Síntese de Atividades e Impactos na Fase de Desenvolvimento

Principais Atividades	Principais Impactos Ambientais
<ul style="list-style-type: none"> - Abertura de estradas, remoção de parte da cobertura vegetal e do campeamento de solo, escavações, aterros, construções e instalação de equipamentos, etc... 	<ul style="list-style-type: none"> - Transformações da paisagem; - Processos erosivo (erosão pluvial e eólica) nas vias de acesso abertas; - Riscos de contaminação do lençol freático, dos corpos d'água em superfície nos setores onde foram removidos os solos e parte da vegetação; - Geração de poeiras; - Afugentamento temporário da fauna em função da presença humana e do ruído das máquinas; <p>Na maior parte, as situações são temporárias e os impactos localizados, pouco significativos e de caráter reversível.</p>

Fonte: ARAÚJO e MARTINS (2012)

Tabela 3: Síntese de Atividades e Impactos Decorrentes da Lavra

Principais Atividades	Principais Impactos Ambientais
<ul style="list-style-type: none"> - Supressão vegetal com desmatamentos ou queimadas para avanço da cava; - Decapeamento com motoniveladora, carregamento e disposição do estéril; - Preparação do desmonte com explosivos e detonação (dinamite, gel e cordel detonante); - Redução do tamanho dos blocos com quebra-pedra e quebra manual ou morroagem; - Seleção e carregamento dos blocos marroados com pás-carregadeiras; - Transporte do produto in natura por caminhões basculantes e caminhões comuns para as calcinadoras ou estoques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Geração de CO₂ nas queimadas, desmatamentos (supressão vegetal) e retirada de espécies sem aproveitamento, sendo desnecessário em alguns casos; - Remoção do solo e deposição em lugares inadequados sem estabilização, podendo gerar erosão das pilhas de estéril e perda da fertilidade do solo edáfico; - Vibrações e sobrepressão atmosférica; - Queda de blocos e deslizamento de solos; - Geração de poeiras e gases decorrentes das máquinas em operação, atingindo os trabalhadores nas minas; - Contaminação da cava por óleos e graxas, etc.; - Interceptação do lençol freático; - Contaminação de águas subterrâneas e superficiais; - Subsidência em pontos instáveis da mina

Fonte: ARAÚJO e MARTINS (2012)

Fase de Operação:

Tabela 4: Síntese de Atividades e Impactos no Beneficiamento e Calcinação

Principais Atividades	Principais Impactos Ambientais
<ul style="list-style-type: none"> - Britagem, rebritagem e/ou moagem; - Transporte da 'farinha' pelas roscas transportadoras; - Calcinação, transporte do gesso pelos elevadores, roscas, silagem, ensacamento e estocagem do gesso; - Abastimento de combustíveis nos fornos (gás, óleo, lenha), etc.; 	<ul style="list-style-type: none"> - Ruídos e geração de poeiras pelos britadores e moinhos; - Geração de gases provenientes dos caminhões no transporte de material; - Fuga de poeiras nos processos de transporte por roscas/elevadores; - Geração de gases provenientes do uso de combustíveis nos fornos e da calcinação; - Incômodo laboral no ambiente interno da indústria, seja pela poeira, calor, excesso da jornada de trabalho, etc.; - Poeiras contaminam o entorno da fábrica, principalmente a vegetação, o ar e a população;

Fonte: ARAÚJO e MARTINS (2012)

Fase de Desativação:

Tabela 5: Síntese de Atividades e Impactos decorrentes da Desativação

Principais Atividades	Principais Impactos Ambientais
- Abandono do sítio lavrado e não adoção de medidas de revegetação e/ou recuperação;	<ul style="list-style-type: none"> - Erosão dos solos ao redor e interior das cavas, provocada pela exposição ao intemperismo, devido também aos taludes íngremes; - Lixo e sucatas abandonadas, graxas e óleos remanescentes permanecem no local, geração de drenagem ácida, etc.; - Contaminações dos cursos d'água, prejudicando a flora e a fauna; - Ocupação do solo por algumas espécies invasoras ou adaptadas às condições severas, indicadores de degradação;
- Adoção de medidas de recomposição da paisagem e revegetação.	<ul style="list-style-type: none"> - Erosão dos solos ao redor e interior das cavas, provocada pela exposição ao intemperismo, devido também aos taludes íngremes; - Volta da vida biótica (fauna e flora); - Processos naturais bem próximos do que existia antes da mineração.

Fonte: ARAÚJO e MARTINS (2012)

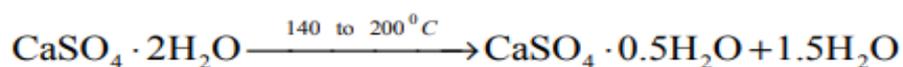
Devido a todos os problemas citados acima, a pesquisa explicita a importância de um planejamento com o principal objetivo de controlar e mitigar os impactos negativos não desejados, que se tornam inevitáveis que aconteçam, dado que há uma

ação humana gerando mudanças e alterações no ambiente de exploração.

Na área estudada, observa-se que muito pouco foi feito em termos de aplicação de uma política voltada à conservação dos recursos naturais. Os resultados apontaram nessa direção e os problemas ambientais gerados pela mineração precisam ser corrigidos. Tais problemas geram condições adversas para a qualidade de vida das comunidades envolvidas na atividade e, em médio e longo prazo, os problemas podem se tornar ainda mais graves. Situação que gera a necessidade de uma revisão do modo de exploração vigente para que se corrijam tais problemas e sejam tomadas medidas eficientes na produção econômica, na conservação e proteção do meio ambiente. Enfim devemos salientar que não é só a mineração que gera impactos ambientais negativos no Polo Gesseiro do Araripe, uma vez que outras atividades como a agropecuária também são responsáveis por queimadas, desmatamentos, erosão dos solos e impactos sobre os recursos hídricos, que alteram o meio ambiente e a qualidade de vida dos habitantes dessa região. (ARAÚJO e MARTINS, 2011)

2.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO GESSO LITERATURA

O gesso é um aglomerante aéreo, ou seja, são aglomerantes que endurecem com a ação do ar. Ele é produzido pela calcinação da gipsita a temperaturas entre 140 °C e 200 °C. Dado esse processo, o que se obtém é sulfato de cálcio hemi-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), sulfato de cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), anidritas (CaSO_4) e outras porções de impurezas (PINHEIRO e CAMARINI, 2015).



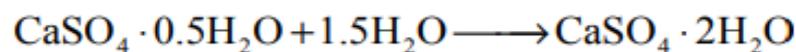
Abaixo deixo quadro com a composição teórica do gesso:

Tabela 6: Composição teórica das diferentes fases de sulfatos presentes no gesso de construção, sua densidade e água consumida para hidratação. Proporção CaO/SO₃ = 0,7

Sulfato de cálcio	Fórmula	Massa molecular (g/mol)	Composição (%)			Densidade g/cm ³	Água para hidratação (g/g)
			H ₂ O	CaO	SO ₃		
Anidrita	CaSO ₄	136,14	0	41,19	58,81	2,96	0,264
Hemidrato	CaSO ₄ .0,5H ₂ O	145,15	6,20	38,63	55,15	2,5	0,186
	CaSO ₄ .0,66H ₂ O	148,02	8,03	37,88	54,08		0,163
Di-hidrato	CaSO ₄ .2H ₂ O	172,17	20,99	32,57	46,50	2,32	0

Fonte: JOHN e CINCOTTO (2007)

Para a utilização desse produto comercialmente é necessário que haja a mistura com água. Com o contato, o produto hemi-hidratado é reidratado e forma uma pasta rígida (PINHEIRO e CAMARINI, 2015)



Para a produção do gesso comercial, no Brasil, são necessárias as seguintes etapas:

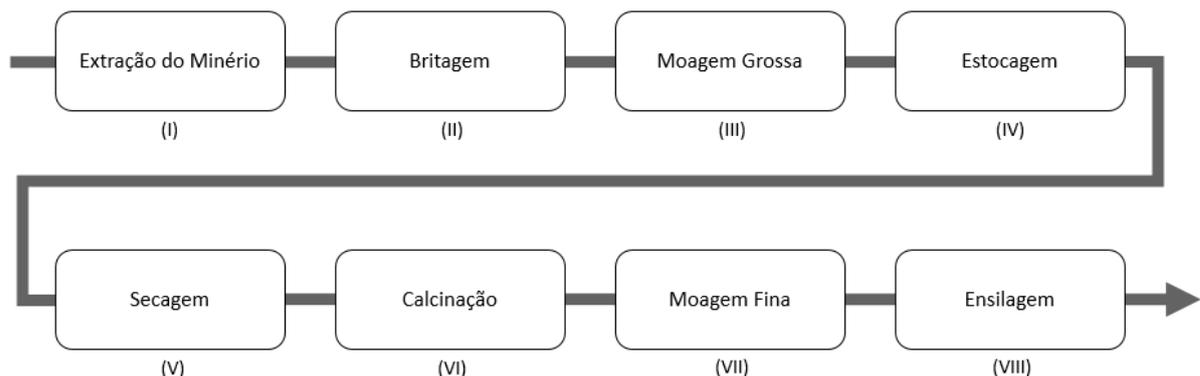


Figura 3: Etapas para a produção do gesso comercial

Fonte: JOHN e CINCOTTO (2007)

A gipsita é obtida a partir de lavra subterrânea ou a céu aberto. No Brasil, o método mais utilizado é o de céu aberto. Esse tipo de extração é recomendado para minerar corpos com dimensões horizontais que permitam altas taxas de produção e baixos custos unitários de produção (BALTAR, BASTOS e LUZ, 2005).

Assim, se retira algumas camadas do solo para alcançar a gipsita. Após essa etapa, utilizando o método de lavra por bancada (“*Open Pit Mining*”), há a furação na

bancada e é colocado explosivos granulados e encartuchados. Com a detonação, já se tem o produto gipsita. Com o produto, faz-se necessário o processo de britagem para a diminuição do produto para dimensões adequadas para o transporte até as usinas (FERREIRA, 2013).



Figura 4: Lavra do Pólo Gesseiro do Araripe

Fonte: GAZETA DO CARIRI (2020)

Nas usinas, há a primeira moagem, deixando o produto com dimensões até 25 mm. Dado que o produto ainda pode estar com umidade, existe um tempo de secagem do produto, para, em seguida, ir para a etapa de calcinação (PINHEIRO, 2011).

Como dito anteriormente, a calcinação acontece por meio de fornos industrializados resultando na desidratação da gipsita por temperaturas no intervalo entre 140 °C e 200 °C.

No processo de calcinação, as condições de desidratação podem ocorrer, sob pressão atmosférica e com pressões maiores que a atmosférica (CAMPOS *et al.*, 2018).

Há alguns pontos relevantes de serem abordados para a produção do gesso: temperatura e tempo de calcinação.

A temperatura é determinante para o produto final da calcinação da gipsita.

Dependendo do intervalo que está acontecendo a calcinação, há a produção de um produto final em maior abundância (CAMPOS *et al.*, 2018).

Tabela 7: Influência da temperatura na obtenção do gesso

Faixa de Temperatura de Aquecimento	Processo	Tipo de Produto
110 a 150°C	Transformação da gipsita em gesso.	Gesso de fundição (gesso <i>Beta</i> rápido)
170 a 250°C	Transformação do gesso em anidrita (instável e ávida por água)	Anidrita solúvel, carga, para aditivação do gesso rápido para aumentar o tempo de pega do gesso.
300 a 600°C	Anidrita totalmente desidratada e com tempo de pega longo.	Anidrita insolúvel, carga mistura, aumentar a produção do gesso lento.
600 a 900°C	Produto inerte	

Fonte: CAMPOS *et al.* (2018)

Dado que temos três variáveis para a produção do gesso, de acordo com o tipo de forno utilizado, como: variação de temperatura, tempo de calcinação e se está com pressão atmosférica ou maior, é possível produzir gessos com características diferentes:

Tabela 8: Obtenção dos tipos de gesso em função da variação da temperatura de calcinação

Tipo de Gesso <i>Beta</i>	Tempo de Residência	Tempo de Pega Inicial	Tempo de Pega Final
Gesso rápido ou de fundição	1 hora e 10 minutos	4 a 10 minutos	20 a 45 minutos
Gesso lento ou de Revestimento	1 hora e 20 minutos	>10 minutos	>45 minutos

Fonte: CAMPOS *et al.* (2018)

2.4 APLICAÇÕES DO GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O mercado da construção civil utiliza-se do gesso para diversas atividades. Muitas pelas seguintes propriedades: (i) facilidade na moldagem e fácil manuseio do material; (ii) aparência estética agradável, ou seja, não necessitando de outros materiais para revestimento; (iii) bom isolante térmico e acústico; (iv) boa aderência à alvenaria, sendo assim, um ótimo revestimento de paredes e tetos e; (v) dada ao fácil manuseio, o desperdício é menor do que de outros materiais e o seu tempo de cura também é menor do que outros materiais (FARIAS, ARAÚJO e MARZANO, 2021).

Dado todos esses aspectos, abaixo, serão elencados alguns dos métodos mais utilizados na construção com o uso do gesso.

2.4.1. Gesso Acartonado

Durante o passar dos anos, foram encontradas diversas alternativas para revestimentos internos de empreendimentos, com o objetivo de diminuir custos e resíduos. Um dos métodos mais difundidos no mercado é o uso de chapas de gesso acartonado (*Drywall construction*). Elas são produzidas, basicamente, por meio da prensagem de gesso com papel reciclado (DA COSTA e DO NASCIMENTO, 2015).

O material, devido às alterações ocorridas com aditivos durante a sua fabricação, pode ter diferentes propriedades: placa de gesso comum (branca); resistente a umidade (verde) e resistente ao fogo (rosa).



Figura 5: Tipos de gesso acartonado

Fonte: DINIZ (2015)

O *Drywall* pode ser utilizado para diversas finalidades como: forros, vedações internas, shafts e sancas.

2.4.1.1 Montagem

Segunda a norma ABNT NBR 15.758, inicialmente, é necessário demarcar no piso e no teto pontos de contato com o *Drywall* e possíveis esquadrias que ficaram no meio da chapa (ABNT, 2009).

Após essa etapa, faz-se a fixação das guias superiores e inferiores com buchas e parafusos com distância máxima de 60 cm entre os fixadores (ABNT, 2009).

Com isso, partimos para a etapa de colocação dos montantes (estrutura metálica). A norma recomenda que o comprimento dos montantes seja igual ao do pé-direito, com uma folga de 5 a 10 milímetros. A sua fixação nas guias devem ser feitas com parafusos (ABNT, 2009).



Figura 6: Montagem da estrutura metálica

Fonte: DECORFÁCIL (2021)

Com a colocação das estruturas metálicas, já é possível colocar um lado das chapas de *Drywall*. Coloca-se uma, primeiramente, para dar suporte para as instalações que poderam passar por dentro da estrutura.



Figura 7: Colocação de um dos lados da chapa de gesso acartonado

Fonte: DECORFÁCIL (2021)



Figura 8: Fixação das caixas de derivação

Fonte: NUNES (2015)

Após essa etapa, fecha-se o outro lado da parede com a chapa de gesso acartonado, coloca-se fitas entre as uniões de duas placas e emendas, para dar a sensação de continuidade entre as placas. Assim, já se pode lixar e colocar o revestimento necessário, como pintura (NUNES, 2015).

2.4.2. Gesso para Revestimento

O revestimento de gesso pode ser usado para substituir outros métodos utilizados para revestimento, como: chapisco e reboco. Existem 2 métodos de aplicação da massa de gesso para revestimento, a aplicação manual e a mecânica.

Primeiramente, para a aplicação da pasta de gesso, é necessário que ela esteja dentro de uma faixa de consistência adequada. A sequência de preparo da pasta segue: início da pega, período bom para o uso e endurecimento da pasta. Um ponto para se observar é, quanto maior a proporção água/gesso, maior o tempo de pega, assim, mais tempo para se preparar a aplicação do material na alvenaria.



Figura 9: Aplicação de gesso manualmente

Fonte: FREITAS JR (2013)



Figura 10: Aplicação de gesso manualmente em parede de alvenaria

Fonte: FREITAS JR (2013)

Para aplicação mecânica, tem a necessidade de adição de cargas minerais e aditivos ao gesso, para melhorar a trabalhabilidade na hora da aplicação. O equipamento faz automaticamente a dosagem e a homogeneização da argamassa. (FARIAS, ARAÚJO e MARZANO, 2021)

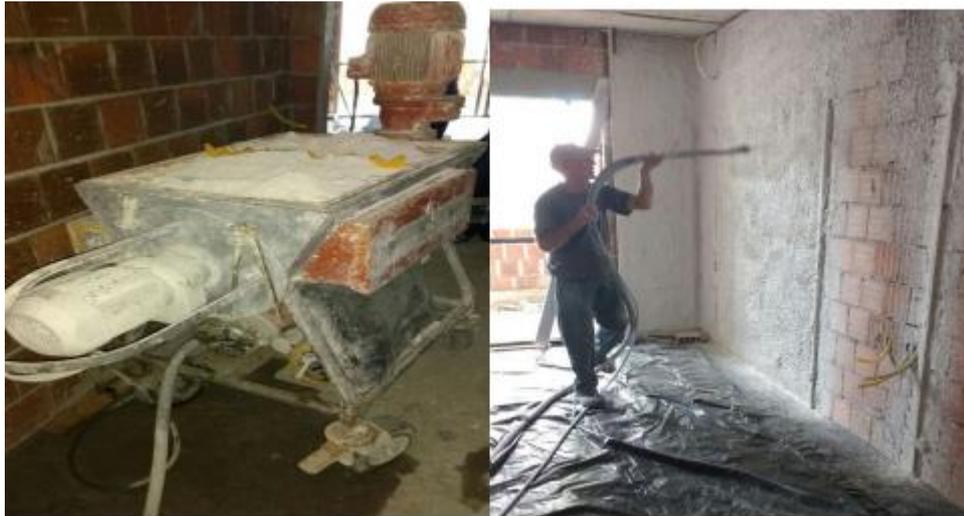


Figura 11: Misturador e projeção mecanizada do gesso na parede

Fonte: SAMPAIO *et al.* (2019)

3. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos se compõe de um documento técnico com o principal objetivo de realizar a gestão dos resíduos sólidos do órgão/instituição desenvolvedora.

A Lei N (numero) 12.305, de 2 de agosto de 2010, dita a Política Nacional de Resíduos Sólidos e seus princípios de objetivos são descritos no Capítulo II:

“CAPÍTULO II

DOS PRINCÍPIOS E OBJETIVOS

Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.

Art. 7º São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

a) produtos reciclados e recicláveis;

b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos

resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.”

Um dos instrumentos utilizados para a aplicação dos objetivos apresentados acima é os Planos de Resíduos Sólidos. Como disposto no Capítulo II, Seção I:

“Art. 14. São planos de resíduos sólidos:

I - o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;

II - os planos estaduais de resíduos sólidos;

III - os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;

IV - os planos intermunicipais de resíduos sólidos;

V - os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos;

VI - os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.”

Por obrigação, os atores que estão sujeitos a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, são:

“Seção V

Do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13;

II - os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;

IV - os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.

Parágrafo único. Observado o disposto no Capítulo IV deste Título, serão estabelecidas por regulamento exigências específicas relativas ao plano de gerenciamento de resíduos perigosos.”

E necessita ter, como conteúdo mínimo do plano as seguintes informações:

“Art. 21. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I - descrição do empreendimento ou atividade;

II - diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VI - metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;

VII - se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida

dos produtos, na forma do art. 31;

VIII - medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.”

Como o propósito é analisar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da cidade de Campinas/SP, é importante entender o conteúdo mínimo, regulamentado pela Lei.

“Art. 19. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas;

II - identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o § 1º do art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;

III - identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais;

IV - identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, observadas as disposições desta Lei e de seu regulamento, bem como as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

V - procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e observada a Lei nº 11.445, de 2007;

VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual;

VIII - definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização, incluídas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos a que se refere o art. 20 a cargo do poder público;

IX - programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implementação e operacionalização;

X - programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;

XI - programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;

XII - mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos;

XIII - sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XIV - metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

XV - descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XVI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33;

XVII - ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento;

XVIII - identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas, e respectivas medidas saneadoras;

XIX - periodicidade de sua revisão, observado prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.

XIX - periodicidade de sua revisão, observado o período máximo de 10 (dez) anos. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)”

3.1. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE CAMPINAS/SP

3.1.1 Caracterização dos aspectos sócio-econômicos da cidade de Campinas/SP e da Região Metropolitana de Campinas/SP.

Primeiramente, para elaborar um plano de ação para a política de gestão dos resíduos sólidos da cidade de Campinas, faz-se necessário entender as características populacionais do município. Inicialmente, começou-se com a análise migratória da cidade, desde seu começo até os dias atuais. O que definiu o perfil da população e que o fluxo migratório atual está sendo negativo, ou seja, a população, principalmente de baixa renda está buscando outras alternativas de moradia fora da cidade de Campinas.

Posteriormente, com a análise de crescimento populacional do estado de São Paulo, Região Metropolitana de Campinas e cidade de Campinas, chegou-se à conclusão de que a taxa de crescimento populacional está em queda. Mesmo com o aumento da população durante dos anos, o crescimento vem caindo. Segundo o PGRS, esse fato se deve a disseminação dos métodos anticoncepcionais neste período.

Após entender como é composta a população da cidade e grande Campinas, foi feita uma análise da situação econômica da população de Campinas e da grande Campinas.

Nesta parte do relatório, foi analisado alguns indicadores sócio-econômicos como: PIB, PIB per Capita, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Vínculo Empregatício por setor da economia, Renda Média por setor da economia, Índice Paulista de Vulnerabilidade Social e situação da rede de saneamento básico. Com esses dados estudados, chegou-se à conclusão de que a maior parte da população da cidade de Campinas apresenta uma baixa vulnerabilidade social, porém apresenta

alguns indicadores ainda preocupantes em grupos da população e também uma diferença entre Campinas e as outras cidades da Região Metropolitana.

3.1.2 Situação dos Resíduos Sólidos da Cidade de Campinas/SP

Nesta parte do PGRS, o principal objetivo é “avaliar a necessidade de melhorias e propor um novo modelo de gestão de resíduos” (PGRS, Campinas/SP). Para isso, a princípio foram apresentadas as definições gerais de resíduos sólidos, estabelecidos pela Lei, órgãos reguladores e associações técnicas.

3.1.2.1 Classificação dos Resíduos Sólidos

Abaixo, segue a classificação dos resíduos sólidos adotada pelo PGRS de Campinas, com base no IPT/CEMPRE (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo/ Compromisso Empresarial para Reciclagem):

“por sua natureza física: seco ou molhado;

por sua composição química: matéria orgânica e inorgânica;

por sua origem; e

pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não inertes e inertes (ABNT, 2004).”

3.1.2.1.1 Por sua natureza física:

Abaixo, segue as características, quanto a natureza física, dos resíduos sólidos:

Tabela 9: Características de natureza física dos resíduos sólidos

Geração Per Capita	Indica a quantidade de resíduos sólidos por habitante diariamente
Composição Gravimétrica	Indica o percentual do tipo do resíduo por toda a amostra analisada
Peso Específico Aparente	Indica o peso do resíduo pelo volume (kg/m ³)
Teor de Umidade	Indica a quantidade de água presente no resíduo analisado
Compressividade	Indica o grau de compactação que um resíduo pode sofrer quando compactado

Fonte: CAMPINAS, 2011b

3.1.2.1.2 Por sua composição química:

Abaixo, segue as características, quanto a composição química, dos resíduos sólidos:

Tabela 10: Característica da natureza química dos resíduos sólidos

Poder Calorífico	Indica a capacidade de um material emitir determinada quantidade de calor quando submetido à queima
Potencial Hidrogeniônico (pH)	Indica o teor de acidez ou alcalinidade de um resíduo

Composição Química	Indica a composição de um resíduo, com relação aos componentes químicos presentes
Relação Carbono/Nitrogênio	Indica o grau de decomposição da matéria orgânica do resíduo

Fonte: CAMPINAS, 2011b

3.1.2.1.3 Por sua origem:

Abaixo, segue as especificações, quanto a origem, dos resíduos sólidos:

Tabela 11: Classificação dos resíduos sólidos por sua origem

Lixo Doméstico ou Residencial	Resíduos gerados das atividades diárias geradas nas residências
Lixo Comercial	Os resíduos dessa categoria variam de acordo com a atividade exercida pelos estabelecimentos comerciais em análise
Lixo Público	Resíduos da origem de serviços de limpeza pública, limpeza de feiras livres e resíduos descartados irregularmente pela população
Lixo Domiciliar Especial	Entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, óleos lubrificantes e pneus. Nesta categoria está incluso os Resíduos da Construção Civil (RCC)
Fontes Especiais	Resíduos especiais, pois possuem características tóxicas, radioativas e contaminantes como: embalagens de agrotóxicos e lixos hospitalares

Fonte: CAMPINAS, 2011b

3.1.2.1.4 Pelos riscos potenciais ao meio ambiente:

Abaixo, segue a classificação para os resíduos desenvolvida pela ABNT (2004), quanto ao risco que pode apresentar:

“1) Resíduos Classe I - Perigosos:

São os resíduos que apresentam periculosidade como: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

2) Resíduos Classe II - Não Perigosos:

a) Resíduos Classe II A - Não inertes

“Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A - Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.” (ABNT, 2004)

b) Resíduos Classe II B - Inertes

“Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor” (ABNT, 2004)”

3.1.3 Geração dos Resíduos Sólidos Urbanos na cidade de Campinas/SP

Com tudo o que foi discutido até o momento no PGRS, chegou-se à conclusão de que *“o município de Campinas apresenta características de uma grande metrópole, produzindo um volume heterogêneo de resíduos sólidos, de origem variada, em atividades diversas no setor produtivo e no setor de consumo”*

Os resíduos sólidos podem ser divididos da seguinte forma?

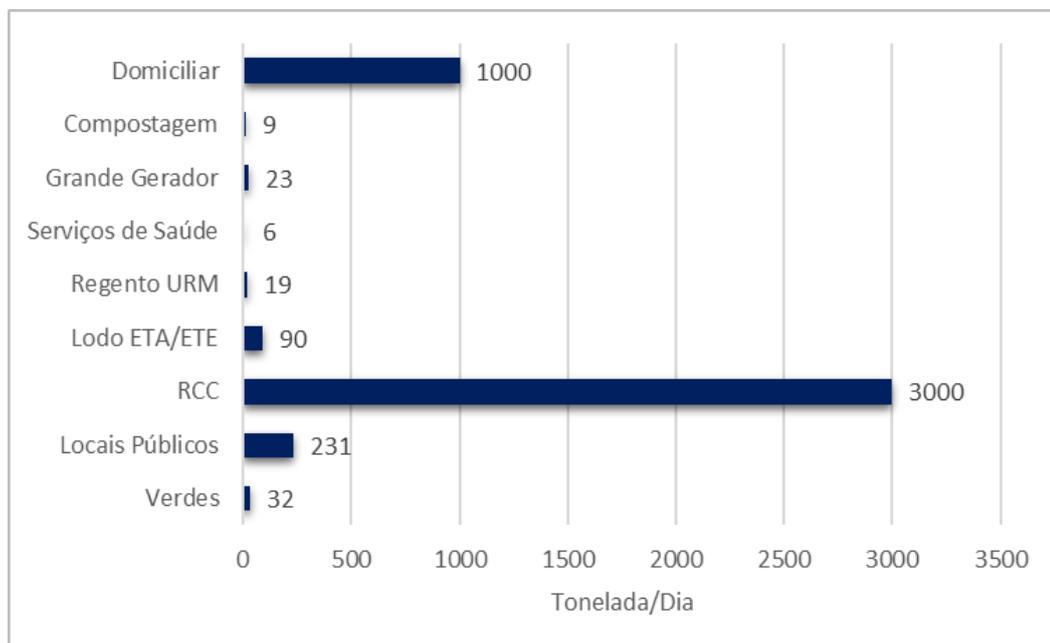
- Resíduos Domiciliares;
- Resíduos Comerciais.
- Resíduos Industriais;

- Resíduos de Serviços de Saúde;
- Resíduos de Posto de Combustível;
- Resíduos de Construção Civil;
- Resíduos de Lodo de ETA, ETE;
- Resíduos de Limpeza Urbana;
- Resíduos Tecnológicos;
- Resíduos Verdes;
- Resíduos de Aeroportos; e
- Resíduos Agrícolas.

Um ponto que é colocado com evidência dentro do PGRS é a de que apenas os resíduos sólidos urbanos são de responsabilidade do Departamento de Limpeza Urbana da cidade, “os resíduos industriais, resíduos de posto de combustível, resíduos de construção civil, resíduos tecnológicos, resíduos de aeroportos, resíduos de transportes, resíduos de grandes geradores e resíduos agrícolas são de responsabilidade do próprio gerador”

Abaixo é apresentado a dimensão de cada categoria na produção de resíduo sólido da cidade:

Gráfico 1: Produção de Resíduo Sólido Diário



Fonte: CAMPINAS, 2011b

Observando os dados do gráfico acima, fica evidente que os resíduos de construção civil é o maior gerador de resíduos da cidade, representando 64% do volume total diário.

3.1.3.1 Resíduos de Construção Civil e Demolição

Como foi visto acima, o volume de RCC representa 64% do volume diário de resíduos gerados na cidade de Campinas/SP. Abaixo será mostrado com mais detalhes as estratégias usadas para coleta e reciclagem desse tipo de resíduo sólido.

Seguindo o cumprimento da CONAMA nº 307 de 05/07/2002, foi construída a Unidade Recicladora de Materiais (URM). Ela foi colocada dentro do Aterro Sanitário Delta, no bairro de São Caetano. Essa instalação tem o objetivo de tratar e coletar os RCCs e é composta por um britador com capacidade de 80 toneladas por hora.

Devido a saturação do Aterro Sanitário, em 2018, foi realizado uma obra para a criação de uma área de transferência de resíduos, os quais, ficam no Aterro Delta A por 24h e depois é transferido para a cidade de Paulínia, que faz parte da Região Metropolitana de Campinas.

Figura 12: Aterro Sanitário Delta A - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2011a

Figura 13: Unidade Recicladora de Materiais (Britador), Aterro Sanitário Delta A - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2011b

Em parceria com a URM, há a cooperativa Tatuapé, que é responsável por comercialização dos materiais recicláveis que chegam na unidade.

Na época que foi desenvolvido o PGRS da cidade, estava em discussão a Lei lei 325/11, processo 208.562. Esta lei visa instituir o “*Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e dá outras providências*”. *Parecer da Comissão de Constituição e Legalidade, favorável.*

“O plano integrado faz parte do Sistema de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos em Campinas, e estabelecendo normas para os geradores, o transporte, a destinação, recepção e captação de resíduos de construção civil. A proposta também prevê penalidades para quem não cumprir a lei que passa por notificação, multa e cassação do licenciamento da atividade. A matéria também cria o Núcleo Permanente de Gestão integrado por unidades da administração municipal com o objetivo de consolidar as diretrizes e ações integradas ao Sistema, sendo regulamentado e instituído por Decreto do Executivo.”

Em 22/08/2012, foi aprovada a lei 325/11 (BRASIL, 2012).

O material coletado chega na URM via pontos de administrações regionais, Ecopontos, Pontos Verdes e por transportes particulares.

Os Ecopontos e os Pontos Verdes servem de *HUBs* para coleta e entrega voluntário dos geradores menores dos resíduos sólidos gerados em suas atividades.

Os Ecopontos foram idealizados com a finalidade de encontrar alternativas para a demanda de resíduos que vinham se produzindo com o tempo. Dentro do Ecopontos são aceitos resíduos sólidos de Construção Civil, resíduos verdes, resíduos Domiciliares e Comerciais Recicláveis, pneus e Resíduos Tecnológicos (pilhas, baterias e lâmpadas). Cada Ecoponto apresenta uma característica diferentes, por tanto é necessário pesquisa os ecopontos para mapear qual é o mais adequado para o descarte do resíduo sólido produzido.

Os Pontos Verdes são locais com menor preparo estrutural, visando coletar resíduos gerados no dia a dia da população. Eles são localizados em pontos com maior movimentação de pessoas, para assim, conseguir atingir o maior número possível de geradores e coletar o maior volume de resíduos.

Abaixo há a lista de Ecopontos e Pontos Verdes da cidade de Campinas/SP:

Ecopontos:

- Jardim São Gabriel

- Vila União
- Jardim Eulina
- Vila Campos Sales
- Parque Itajaí
- Jardim Paranapanema
- Ecoponto DLU
- Bairro Vida Nova
- Jardim Pacaembu
- Parque São Jorge

Figura 14: Ecoponto Jardim São Gabriel - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 15: Eco ponto Vila União - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 16: Eco ponto Jardim Eulina - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 17: Ecoporto Vila Campos Sales - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 18: Ecoporto Parque Itajaí - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 19: Ecoponto Jardim Paranapanema - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 20: Ecoponto D.L.U - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 21: Ecoponto Bairro Vida Nova- Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 22: Ecoponto Jardim Pacaembu - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Figura 23: Ecopto Parque São Jorge - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

Pontos Verdes:

- Distrito de Sousas
- Carlos Grimaldi
- Vila Brandina
- Marighella
- Jardim Costa e Silva
- Bosque dos Jequitibás
- Lagoa do Taquaral
- Parque Ecológico

Figura 24: Ponto Verde Jardim Costa e Silva - Campinas/SP



Fonte: CAMPINAS, 2012

3.1.3.2 Funcionamento da Coleta dos Resíduos de Construção Civil e Demolição

Como dito anteriormente, há a coleta via Ecopontos, Pontos Verdes ou até mesmo entrega direta na Usina de Reciclagem de Materiais (URM) pelos gerados. Um ponto a se destacar neste contexto é de que, os pontos de coleta da cidade de Campinas não aceitam resíduos de gesso para coleta. Em pesquisa, passando por Ecopontos e Pontos Verdes da cidade, os funcionários afirmaram que não poderíamos descartar esse tipo de RCC nos locais.

Outro ponto importante, destacado pelo PRGS é que os geradores deste tipo de resíduo ainda são pequenos geradores de pequenas obras ou reformas, que não tem o conhecimento necessário para fazer a devida coleta e descarte do resíduo.

Dado esta dificuldade, o PGRS colocou metas e ações necessários para que fosse mitigado este prejuízo com esses geradores:

“Metas:

Curto Prazo (1 a 4 anos):

- Regularizar a situação destes resíduos, conforme a RESOLUÇÃO CONAMA 307/2002. - Aprovação e implantação efetiva da Lei Municipal – projeto nº 325/2001

Médio Prazo (4 a 8 anos): As metas para médio e longo prazo serão definidas após a aprovação da Lei que Implementa do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Ações:

- Cadastramento do gerador e do agente responsável pelo transporte, conforme modelo municipal.

- Apresentação de um Plano de Gestão dos Resíduos da Construção Civil, contendo (CONAMA 307):

- Medidas de não geração dos resíduos

- Medidas de redução da geração

- Medidas de reutilização e reciclagem

- Medidas de segregação na obra, para os resíduos classificados de A a D conforme CONAMA 307.

- Propostas de destinações finais

- Implementar gerenciamento da Unidade de Reciclagem de Materiais (URM)

- Somente aceitar resíduos dos geradores / agentes de transporte, mediante apresentação de MANIFESTO DE CARGA.

- Somente receber classes A e B, devidamente separadas.

- Fiscalização visual na entrada e na descarga do resíduo.

- Desconformidades serão devolvidas ao gerador / agente de transporte, com as devidas justificativas (relatório fotográfico) 291

- Implantação de um software destinado a gerenciar a movimentação das caçambas (modelo S. J. dos Campos).

- Eliminar o passivo existente, através de seleção, classificação granulométrica e britagem, com reciclagens e reusos dos materiais obtidos.

- Dar disposição final adequada aos rejeitos gerados. “

4. METODOLOGIA

Dentre os diversos motivos que levam as pessoas a desenvolverem uma pesquisa, essa tem como principal motivo evidenciar e, de certo modo, mapear nos arredores da cidade de Campinas como os resíduos de gesso na construção são trabalhados pelas construtoras/funcionários.

A pesquisa será fundamentada na metodologia definida como *Design Science Research*, método que busca produzir conhecimento que possa ser aplicado a resoluções de problemas reais, ou seja, não com o objetivo de descobrir leis naturais que explicam algum comportamento em observação.

Assim, a pesquisa se utilizará de pesquisa bibliográfica para a fundamentação teórica composta de dados coletados por meio de entrevistas com grupos e pessoas da cidade de Campinas que estão envolvidas dentro do processo de geração de resíduos de gesso (FAGUNDES, 2020).

4.1. DESIGN SCIENCE

Dado a novidade que a metodologia de *Design Science Research* é para áreas de ciências exatas, entende-se a relevância de contextualizá-la antes de partirmos para a pesquisa em questão.

A discussão sobre a metodologia iniciou-se com o autor Herbert Alexander Simon em 1996, na publicação *The Science of Artificial*. No artigo é dito: “Ao projeto interessa o quê e como as coisas devem ser, a concepção de artefatos que realizam objetivos” (SIMON, 1996).

O artefato é considerado um “ponto de encontro” (SIMON, 1996) entre a matéria em análise e como a matéria é usada ou como é sua interação com o ambiente externo. No contexto desta pesquisa, a matéria é resíduos derivados da utilização do gesso em obras da construção civil e o ambiente externo é como esse resíduo é trabalhado pelas empresas/usuários desses resíduos em suas atividades habituais.

Um ponto relevante a se comentar sobre esta metodologia é que ela não busca descobrir ou explicar leis naturais e entender como as teorias funcionam na prática e sim, desenvolver soluções para problemas cotidianos existentes e criar dados ou

noções subjetivas de como é a operacionalização de algo para assim, munir discussões para melhorar a atuação humana do artefato (SIMON, 1996).

Explicado isso, vale ressaltar que esse tipo de metodologia não busca encontrar a solução ótima para o tipo de problema analisado. A metodologia do *Design Science Research* busca encontrar ou encontrar dados para se chegar a uma solução utilizável em um mundo real e não teórico. Simon, em seu texto, diferencia as duas soluções da seguinte forma: “Uma decisão ótima em um modelo simplificado só raramente será ótima no mundo real. O tomador de decisão pode escolher entre decisões ótimas em um mundo simplificado ou decisões (suficientemente boas), que o satisfazem, num mundo mais próximo da realidade (SIMON, 1996).

Segundo Lacerda *et al.*, 2013, a solução ideal é definida por dois caminhos, sendo: “i) consenso entre as partes envolvidas no problema; ii) avanço da solução atual, comparativamente, às soluções geradas pelos artefatos anteriores” (LACERDA *et al.*, 2013).

Por fim, o aspecto final, não menos importante, é a validade da solução ou teoria desenvolvida na análise do artefato estudado, ou seja, a solução ou teoria para desmontar o problema pesquisa de fato será efetivo e chegará aos resultados esperados (VAN AKEN e ROMME, 2012).

Os pontos que devem ser levados em consideração para pôr em prática determinada solução proposta é: custo-benefício, se a solução atende as peculiaridades do ambiente externo de aplicação e necessidade ou interesse dos usuários que estão envolvidos com o problema (VAN AKEN e ROMME, 2012).

4.2. DESIGN SCIENCE E PESQUISAS TRADICIONAIS

Aline Dresch, em seu artigo *Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção* (2013), desenvolveu uma tabela, baseada em textos do autor Georges Romme, sobre as diferenças da metodologia *Design Science* e as metodologias tradicionais:

Tabela 12: Principais diferenças entre ciência tradicional e a Design Science

Categorias	Ciência Tradicional (Social e Natural)	<i>Design Science</i>
Propósito	Entender fenômenos organizacionais, com base em uma objetividade consensual, desvendando padrões gerais e as forças que explicam estes fenômenos.	Produzir sistemas que ainda não existem - isto é, mudar sistemas organizacionais e situações existentes para alcançar melhores resultados.
Modelo	Ciências naturais (física, matemática, química e outras) e outras disciplinas que adotaram a abordagem científica (economia, engenharia e outras).	Design e engenharias (arquitetura, engenharia aeronáutica, ciências da computação)
Visão do conhecimento	Representacional: nosso conhecimento representa o mundo como ele é; a natureza do pensamento é descritiva e analítica. Mais especificamente, a ciência é caracterizada por: uma busca por conhecimentos gerais e válidos; Ajustes nas formulações de hipóteses e testes	Pragmática: conhecimento a serviço da ação; a natureza do pensamento é normativa e sintética. Mais especificamente, o <i>design</i> assume que cada situação é única e se inspira em propostas e soluções ideais, pensamento sistêmico e informações limitadas. Além disso, enfatiza a participação, o discurso como um meio de intervenção, e a experimentação pragmática.
Natureza dos objetos	Fenômeno organizacional enquanto objetos empíricos, com propriedades descritivas e bem definidas, que pode ser efetivamente estudado de uma posição externa.	Questões organizacionais e sistemas como objetivos artificiais com propriedades mal definidas, tanto descritivas como imperativas, exigindo intervenções não rotineiras por parte de a gente com posições internas na organização. Propriedades imperativas também se desdobram de fins e de sistemas idealizados de maneira mais ampla.
Foco no desenvolvimento da teoria	Descoberta da relação causal geral entre variáveis (expressadas em afirmações hipotéticas): A hipótese é válida? As conclusões permanecem dentro dos limites de análise	Será que um dado conjunto integrado de proposições de projeto funciona em uma certa situação (problema) mal definida? O projeto e desenvolvimento de novos artefatos tendem a se mover para fora das fronteiras da definição inicial da situação.

Fonte: DRESCH (2013)

Segundo Georges Romme (2003), os métodos tradicionais tem como principal

finalidade o entendimento dos fenômenos naturais, determinando suas características e resultados. O *Design Science* é responsável por entender e validar dados e soluções que ainda não foram colocados em prova para melhorar contextos e soluções não ideais já colocados em prática.

4.3. MÉTODO APLICADO NA ANÁLISE DO USO DOS RESÍDUOS DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para a pesquisa em questão, foi desenvolvido um formulário (Anexo A) utilizando a ferramenta *Google Forms* com perguntas a serem respondidas pelos geradores de resíduos de gesso na cidade de Campinas.

5. RESULTADOS

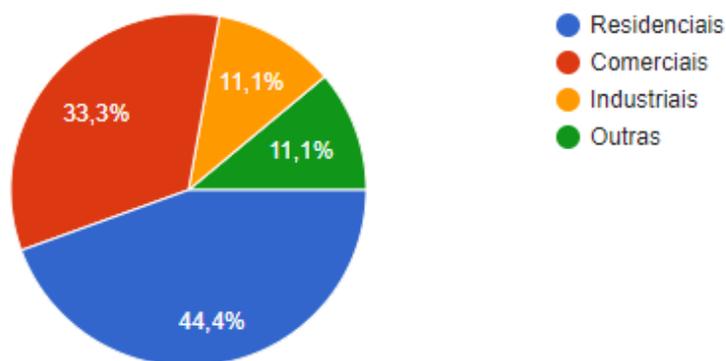
O questionário foi respondido por 18 pessoas que trabalham no dia a dia de obras da construção civil na cidade de Campinas e que, no âmbito geral das edificações, utilizam o gesso como material de acabamento ou outras finalidades.

→Perfil dos profissionais que participaram da pesquisa

Primeiramente, mapeamos qual era o perfil do público que responderá os questionários com algumas perguntas sobre a carreira profissional e sobre a atual empresa em que trabalha:

1) A Companhia tem como foco principal obras:

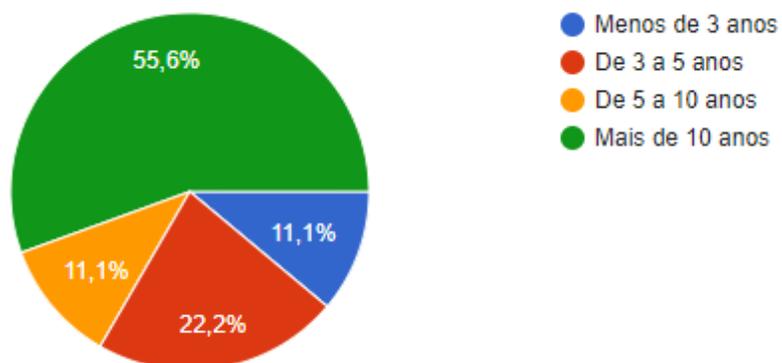
Gráfico 2: Pergunta de nº1 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

2) Há quanto tempo a empresa atua no ramo:

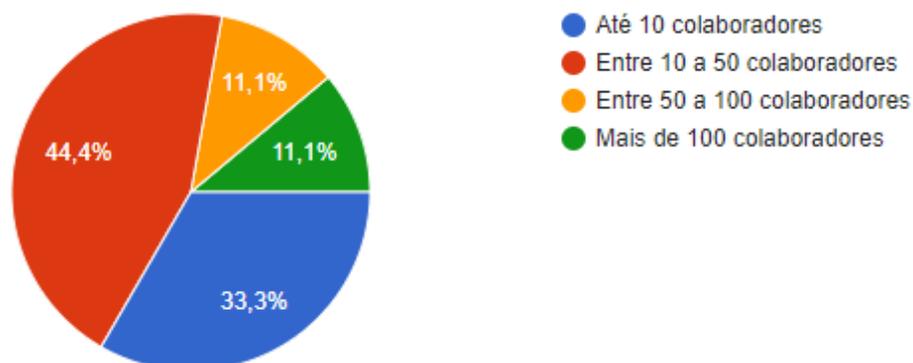
Gráfico 3: Pergunta de nº2 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

3) A fim de entender o tamanho da companhia, quantos colaboradores possui?

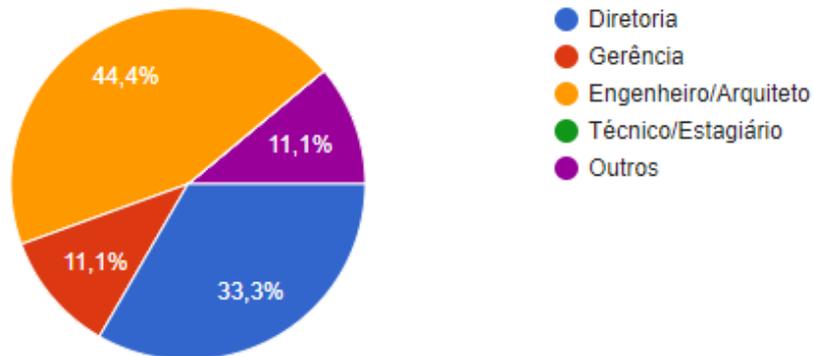
Gráfico 4: Pergunta de nº3 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

4) Qual cargo você se encontra na companhia?

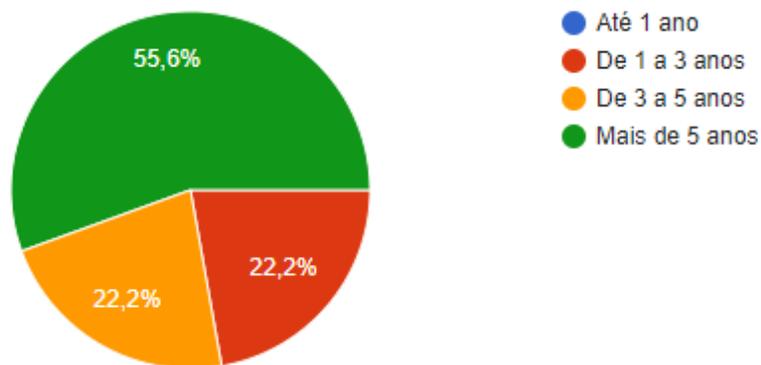
Gráfico 5: Pergunta de nº4 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

5) Há quanto tempo você trabalha na companhia?

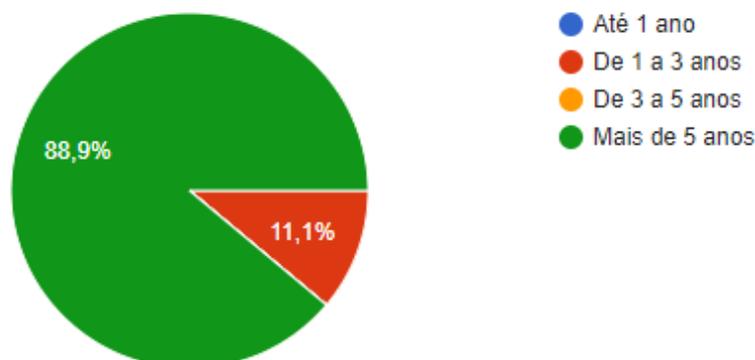
Gráfico 6: Pergunta de nº5 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

6) Há quanto tempo você trabalha no mercado da construção civil?

Gráfico 7: Pergunta de nº6 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

Com essas perguntas, definimos o perfil das pessoas que responderam o formulário. A grande maioria são profissionais com mais de 5 anos de carreira, com mais de 5 anos trabalhando em sua empresa atual. 44,4% são engenheiros ou arquitetos e 33,3% atuam na diretoria de suas respectivas empresas.

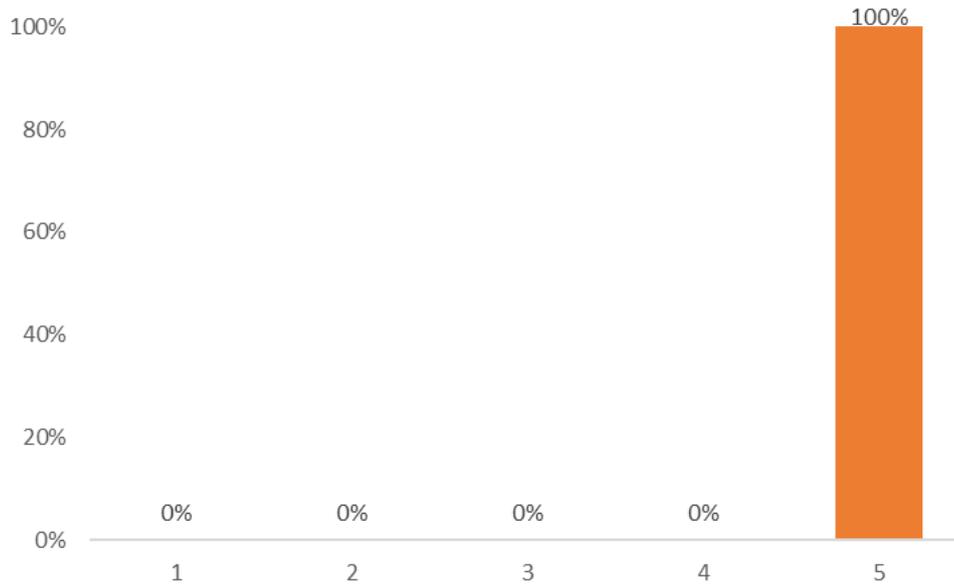
Agora, definiremos o perfil das companhias em que o público que respondeu o formulário trabalha. 44,4% das empresas eram empresas que trabalham com obras de construção residenciais com 10 a 50 funcionários e 55,6% com mais de 10 anos de atuação no mercado.

Após a introdução e a definição do perfil dos geradores de resíduos que responderam ao questionário, foi feita algumas perguntas para entender a percepção dos profissionais sobre a coleta e o correto descarte de resíduos sólidos, principalmente o gesso, na cidade de Campinas.

→Entendimento sobre a importância de temas abordados no questionário pelos profissionais que participaram da pesquisa

7) Dado a sua experiência no mercado da construção civil, de 1 a 5, qual é a importância para os profissionais, o planejamento com o custo da obra?

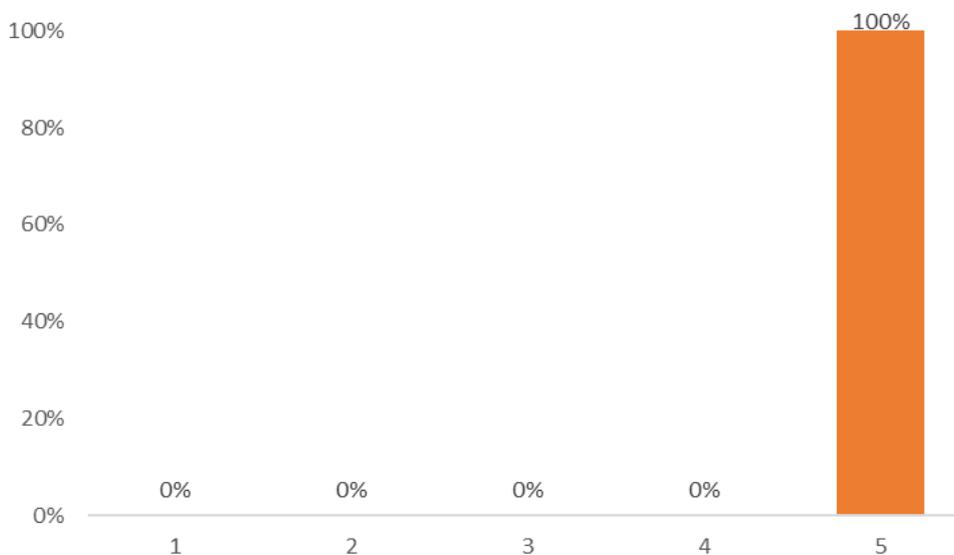
Gráfico 8: Pergunta de nº7 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

8) Dado a sua experiência no mercado da construção civil, de 1 a 5, qual é a importância para os profissionais, o planejamento com o tempo de execução da obra?

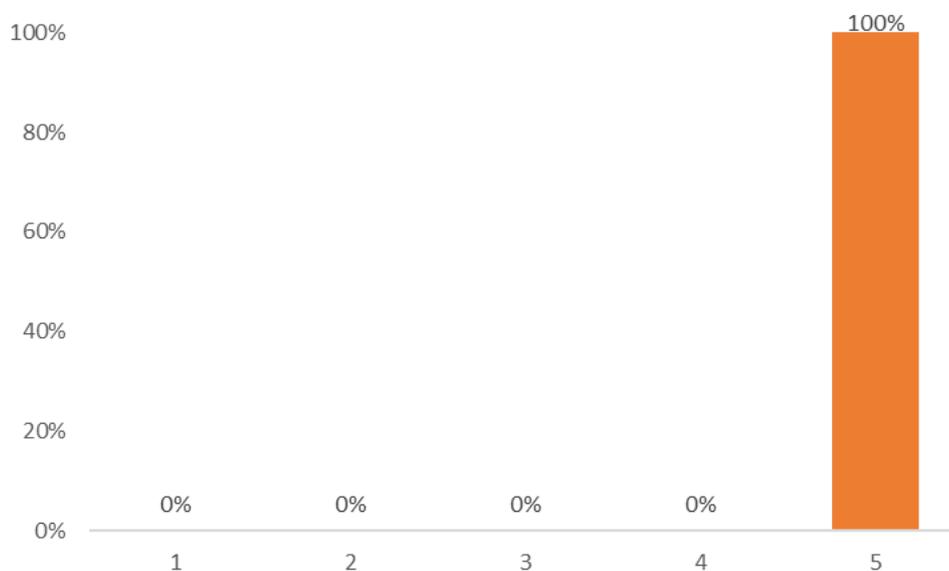
Gráfico 9: Pergunta de nº8 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

9) Dado a sua experiência no mercado da construção civil, de 1 a 5, qual é a importância para os profissionais, o planejamento com a segurança dos envolvidos na obra?

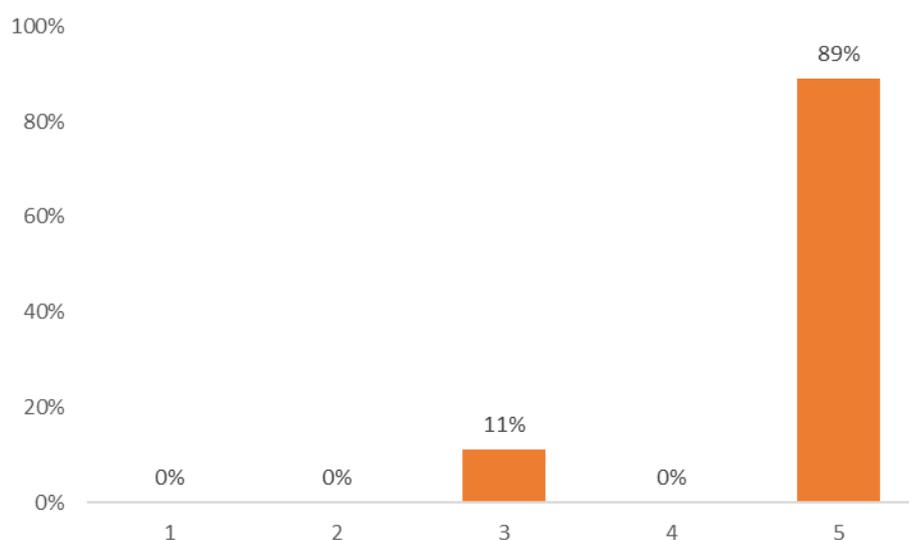
Gráfico 10: Pergunta de nº9 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

10) Dado a sua experiência no mercado da construção civil, de 1 a 5, qual é a importância para os profissionais, sobre a preservação e cuidado com o meio ambiente?

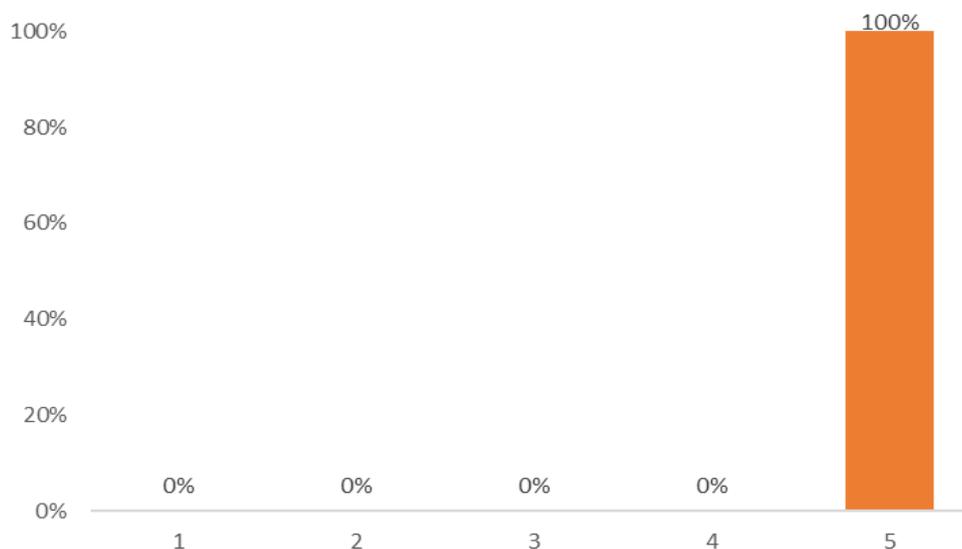
Gráfico 11: Pergunta de nº10 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

11) Dado a sua experiência no mercado da construção civil, de 1 a 5, qual é a importância para os profissionais, com a qualidade do produto final?

Gráfico 12: Pergunta de nº11 do questionário



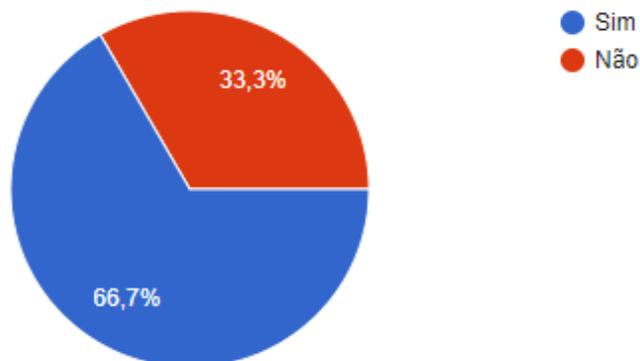
Fonte: Desenvolvimento próprio

Nas perguntas acima, os funcionários das companhias definiram a importância entre 1 e 5, sendo 5 o mais importante e 1 menos importante, das definições acima. Na grande maioria das respostas foi respondido que a questão levantada era de extrema importância, porém quando perguntado sobre a preocupação com o meio ambiente na hora da concepção das edificações, 11% das pessoas responderam que não era um dos aspectos que demandam tanta atenção dos funcionários do mercado da construção civil.

→Conhecimento sobre o PGRSCC e opinião sobre a atuação dos órgãos públicos responsáveis sobre o tema

12) Como um dos profissionais inseridos dentro do mercado da construção civil, você já teve contato ou ouviu falar sobre o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRSCC)?

Gráfico 13: Pergunta de nº12 do questionário

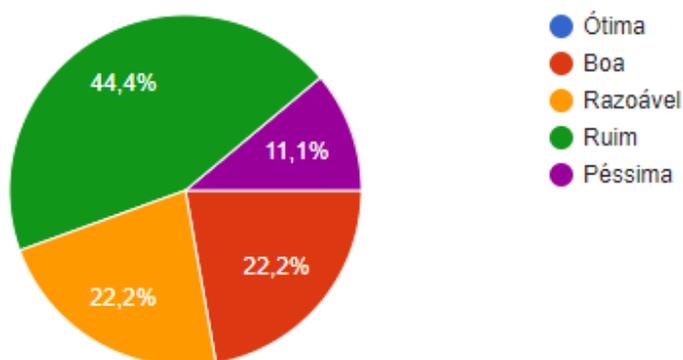


Fonte: Desenvolvimento próprio

Avaliando o conhecimento dos profissionais da construção civil na cidade de Campinas, em relação ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil, 33,3% responderam que nunca ouviram falar desse documento.

13) Como um dos profissionais inseridos dentro do mercado da construção civil, você acredita que a abordagem sobre o tema “Resíduos da Construção Civil (RCC)” pelas instituições de ensino está?

Gráfico 14: Pergunta de nº13 do questionário



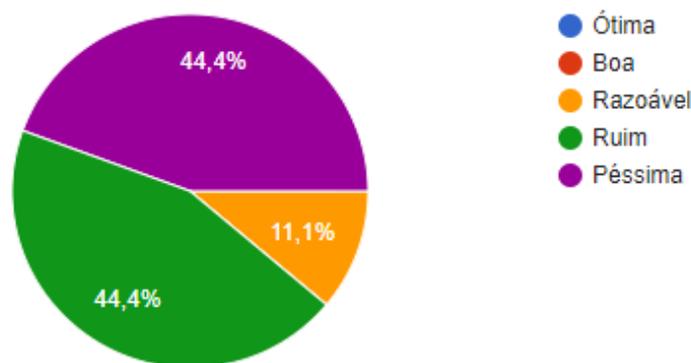
Fonte: Desenvolvimento próprio

Na pergunta de nº 13, consegue-se ter a percepção dos atuantes no mercado, com relação às instituições acadêmicas e como elas abordam o tema de RCC. 22,2%

entende que a abordagem do tema nas universidades é razoável, 44,4% entende que é ruim e 11,1% entende que é péssima.

14) Como um dos profissionais inseridos dentro do mercado da construção civil na cidade de Campinas, como você avaliaria os procedimentos de conscientização/disseminação de informações relacionadas a gestão dos RCCs, pelos órgãos públicos competentes?

Gráfico 15: Pergunta de nº14 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

15) Sinta-se à vontade para deixar comentários sobre o questionamento acima:

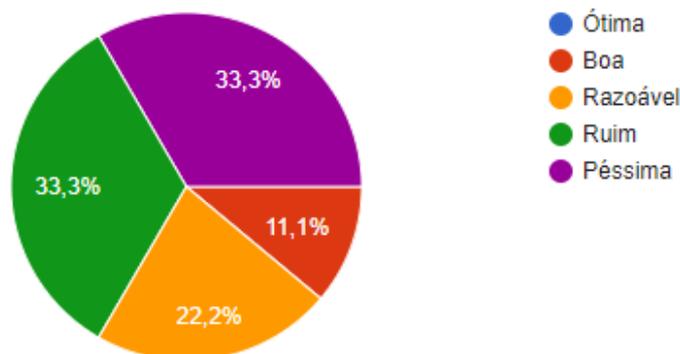
R:

“Falta incentivo, o mercado da construção civil é um dos mais poluidores e que mais consomem matérias primas, deveriam incentivar o uso da reciclagem de materiais.”

“A Falta de informação e procedimentos para conscientização e o fator principal para que a população faça o descarte correto dos RCC.”

16) Como um dos profissionais inseridos dentro do mercado da construção civil na cidade de Campinas, como você avaliaria os procedimentos de fiscalização relacionados à gestão dos RCCs, pelos órgãos públicos competentes?

Gráfico 16: Pergunta de nº16 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

17) Sinta-se à vontade para deixar comentários sobre o questionamento acima:

R:

“São muitas obras, os órgãos não dão conta de fiscalizar .”

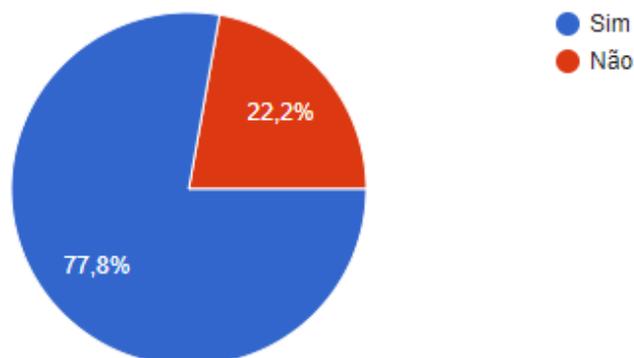
“Fiscalização praticamente zero.”

Com relação a atuação do poder público, 44,4% dos profissionais entendem que a disseminação de informações sobre o descarte correto dos RCC é péssima e 33,3% entendem que a fiscalização sobre o tema é nula. Como dito nos comentários dos entrevistados, *“Fiscalização praticamente zero”*, mostra o atual cenário da fiscalização dos órgãos públicos em obras da construção civil na cidade de Campinas.

→Como os entrevistados atuam no dia a dia com relação aos RCCs

18) A companhia em que trabalha faz a separação e destinação correta dos Resíduos da Construção Civil (RCC)?

Gráfico 17: Pergunta de nº18 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

19) Se a resposta da pergunta anterior for positiva, dado que os ecopontos e pontos verdes da cidade de Campinas não aceitam resíduos de gesso, onde a sua companhia deposita esse tipo de resíduo?

R:

“Quando necessário enviamos para empresas especializadas nesse tipo de resíduo e devidamente regularizadas”

“Descarto no Estre em Paulínia”

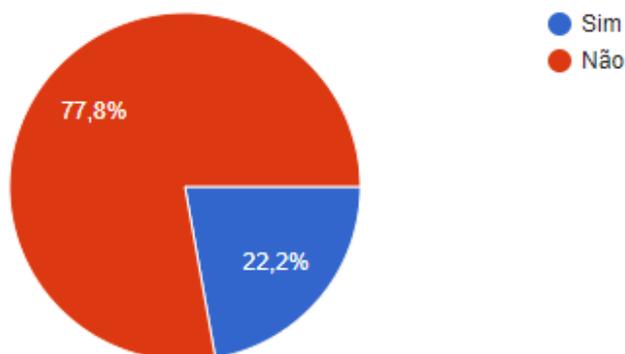
“Temos uma empresa que faz a coleta em caçamba específica”

“Contrata Empresas de Caçambas que dão o destino apropriado”

Quando perguntado se a empresa em que trabalha faz a destinação correta dos RCCs, 77,8% responderam que sim. Pelos comentários deixados pelos entrevistados, grande parte utiliza-se de contratos com alguma empresa especializada no descarte correto do resíduo de gesso gerado.

20) De alguma forma, dentro das obras de atuação da companhia, já foram utilizados materiais oriundos da reutilização de resíduos de gesso?

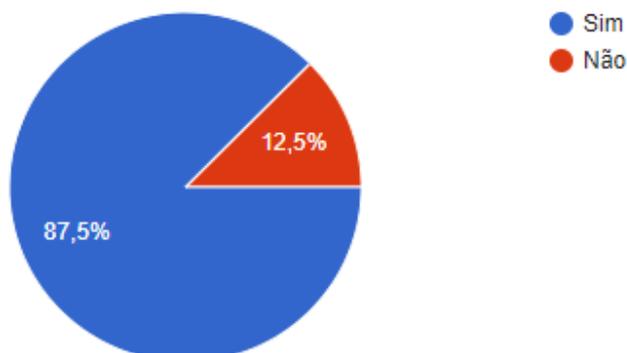
Gráfico 18: Pergunta de nº20 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

21) Se a resposta da pergunta anterior for negativa, você acha que a companhia em que trabalha estaria aberta a utilizar materiais oriundos da reutilização de resíduos de gesso?

Gráfico 19: Pergunta de nº21 do questionário



Fonte: Desenvolvimento próprio

Perguntado se a companhia em que trabalha utiliza ou já utilizou algum produto oriundo de reciclagem de RCCs, 77,8% dos entrevistados responderam que não, porém 87,5% destes responderam que as empresas em que trabalham estariam abertas a começar a utilizar.

22) Para você, quais seriam as principais mudanças que fariam com que o mercado de construção civil transformasse o jeito de atuação e começasse a fazer a destinação

correta dos resíduos de gesso gerados nas obras? (ex: incentivos fiscais, mais pontos de coleta espalhados pela cidade, maior disseminação de informações...)?

R:

“Incentivos fiscais”

“Incentivos fiscais e facilitação sobre a abordagem do assunto. Na nossa empresa não se aplica, pois contratamos empresas terceirizadas que devem se comprometer com essa preocupação em discussão. Mesmo que estejamos alinhados com a proposta de separação do resíduo de nada adiantaria se a mão de obra especializada não estivesse.”

“Maior disseminação das informações”

“Mais ponto de coletas pela cidade, incentivos fiscais e principalmente maior disseminação de informações.”

Por fim, foram deixados alguns comentários dos entrevistados, visando a melhora na gestão dos resíduos de gesso na construção civil. Três abordagens foram mencionadas: i) Incentivos Fiscais; ii) Maior disseminação das informações de coleta e descarte e; iii) Mais pontos de coleta espalhados pela cidade de Campinas.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a atuação dos geradores de resíduos de gesso na cidade de Campinas/SP em sua coleta e devido descarte.

Grande parte dos 18 entrevistados já obtém funções com alto grau de influência em suas respectivas empresas e já possuem grande experiência no mercado da construção civil.

Pontos positivos a serem levantados foram que os entrevistados disseram que conhecem ou já ouviram falar sobre o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil, fazem o devido descarte dos resíduos de gesso e que a preocupação com o meio ambiente é um fator primordial no momento do planejamento do empreendimento e na sua execução. Todavia, os entrevistados demonstraram pouca iniciativa dos órgãos públicos e das instituições de ensino com este tema. Foi evidenciado que há pouca fiscalização do poder público em obras para checarem que os atuantes no mercado estão fazendo o devido descarte do resíduo de gesso e outros resíduos sólidos e que entendem que as instituições de ensino abordam vagamente este tema, com isso, formando profissionais com pouco gabarito em gestão de resíduos sólidos.

Para os participantes do questionário, incentivos fiscais, maior quantidade de pontos de coleta e descarte e maior disseminação de informações mudaria o atual cenário do gerenciamento dos resíduos gerados na cidade de Campinas/SP.

Nesta pesquisa, focamos nos gerados de resíduos sólidos e, principalmente do resíduo de gesso, na cidade de Campinas/SP, onde não aceitam esse tipo de resíduo nos ecopontos e pontos verdes da cidade. Como sugestão para futuras pesquisas neste tema, faz-se necessário entender como o poder público está atuando com os geradores e com os locais destinados à coleta e descarte desse tipo de resíduo. Foi destacado no decorrer da pesquisa, algumas metas que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da cidade de Campinas/SP desenhou para que o cenário atual de coleta e descarte mudasse. Portanto, seria fundamental compreender se essas metas estão sendo batidas e como o poder público está implementando-as e fazendo com que os geradores se adequem a elas.

7. REFERÊNCIAS

ABNT NBR 10006. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Ed. 2, 2004.

ARAÚJO, S. M. S. de, MARTINS, L. A. M. **A indústria extrativa mineral do polo gesseiro do Araripe e seus impactos sócio-ambientais**. Revista de Geografia, Pernambuco, V. 28, p. 01-22, 2012.

BALTAR, C. A. M., BASTOS, F. F., LUZ, A. B. **Diagnóstico do polo gesseiro de Pernambuco (Brasil) com ênfase na produção de gipsita para fabricação de cimento**. Pernambuco, Artigo Técnico, p. 10, 2009

BARBOSA, A. A., FERRAZ, A. V., SANTOS, G. A. **Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso β obtido do polo do Araripe**. Revista Cerâmica, São Paulo – SP, V. 60, p. 501-508, 2014.

BRASIL. Projeto de Lei nº 325/11, de 22 de agosto de 2012. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2012.

BRUM, E. M., *et al.* **Economic, social and environmental aspects of the sustainability of a construction waste recycling plant**. *Gestão & Produção*, ed. 3, v. 28, 2021.

CAMPINAS, Prefeitura Municipal de. **Prefeitura consegue novo prazo para operar Aterro Delta A**. Campinas, 2011a. Disponível em: <https://portal.campinas.sp.gov.br/noticia/10160>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

CAMPINAS, Prefeitura Municipal de. Secretaria Municipal de Infraestrutura. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos-PGIRS**. Campinas, 2011b.

CAMPINAS, Prefeitura Municipal de. Secretaria Municipal de Serviços Públicos. **Ecopontos e Pontos Verdes**. Campinas, 2012. Disponível em: <https://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/servicos-publicos/historico-ecopontos-e-pontos-verdes.pdf>. Acesso em: 21 de novembro de 2021.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **PIB Brasil e Construção Civil**. 03 de junho de 2022. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2021.

DA COSTA, A. T. e DO NASCIMENTO, F. B. C. **Uso de gesso acartonado em vedações internas.** Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 2, n. 3, p. 99-106, 2015.

DECORFACIL. **Parede de gesso: 50 ideias com fotos e como fazer.** Revestimento, 28 de abril, 2021. Disponível em: <https://www.decorfacil.com/parede-de-gesso/>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.

DINIZ, F. K. **Gesso acartonado progresso incrível ou problema oculto.** Educa mais Brasil, 6 de maio de 2015. Disponível em: <https://engenheironocanteiro.com.br/gesso-acartonado-progresso-incrivel-ou-problema-oculto/>. Acesso em: 20 de novembro de 2021.

DRESCH, A., **Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção.** São Leopoldo: 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, Rio Grande do Sul, 2013.

DRYWALL, **Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para. Resíduos de Gesso na Construção Civil: Coleta, armazenagem e destinação para reciclagem.** São Paulo, 2009.

FAGUNDES, G. A., **Um olhar de mercado de trabalho para o TCC em administração: inovação com metodologia Design Sciece Research.** Rio de Janeiro: 2020. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Marketing - ESPM, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020

FARIAS, B. M., ARAÚJO, M. G. D., MARZANO JR, M. A. P. **Engenharia na Prática: construção e inovação.** 1ª Edição. Rio de Janeiro: Epitagua, 2021.

FERREIRA, L. A. **Escavação e exploração de minas a céu aberto.** Juiz de Fora: 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2013.

FREITAS JR., J. A. Revestimentos verticais em argamassas e gesso. *In:* Universidade Federal do Paraná. 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/10841074-Revestimentos-verticais-em-argamassas-e-gesso.html>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2022.

GAZETA DO CARIRI. **Polo gesseiro do Sertão do Araripe já demitiu 50% da força de trabalho.** 04/2020. Disponível em: <http://www.gazetadocariri.com/2020/04/polo-gesseiro-do-sertao-do-araripe-ja.html>. Acesso em: 03 de outubro de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=downloads>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2022

JOHN, V. M. e CINCOTTO, M. A. **Gesso de Construção Civil**. In: Geraldo C Isaia. (Org.). *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais*. 1ed. São Paulo: IBRACON, 2007, v. 1, p. 727-760.

LACERDA, D. P. *et al.* **Design science research: A research method to production engineering**. *Gestão & produção*, v. 20, p. 741-761, 2013.

LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. **Rochas & minerais Industriais: usos e especificações**. 2.Ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. 990p.

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A. e ALMEIDA, S. L. M. **Tratamento de Minérios** 2010. 5.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 932p.

NAVARRO, R.F. **A Evolução dos Materiais. Parte 1: da Pré-História ao Início da Era Moderna**. *Revista eletrônica de Materiais e Processos*, Campina Grande – PB, V. 01, p. 01-11, 2006.

NUNES, E. T. **Gesso Acartonado: Diretrizes para a execução de divisórias internas de acordo com a NBR 15.758-1:2009**. Porto Alegre: 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2015.

PINHEIRO, S. M. de M. **Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes** / Sayonara Maria de Moraes Pinheiro – Campinas, SP: [s.n.], 2011

PINHEIRO, S. M. M., CAMARINI, G. **Characteristics of gypsum recycling in different cycles**. *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*. V. 7, N. 3, p. 01-04, 2015.

POLO GESSEIRO DO ARARIPE: **Potencialidades, problemas e soluções**. 2014, Araripe. Simpósio: Araripe, 2014.

ROMME, A. G. L. Making a difference: Organization as design. **Organization science**, v. 14, n. 5, p. 558-573, 2003.

SAMPAIO, J. A., LUZ, A. B., LINS, F. A. F. **Usinas de beneficiamento de minérios do Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.



SIMON, H. A. **The Sciences of the artificial**. Massachussets: The MIT press, ed. 3, 1996.

VAN AKEN, J. E. e ROMME, A. G. L. A design science approach to evidence-based management. **The Oxford handbook of evidence-based management**, p. 43-57, 2012.