



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS 1 – CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - DESA  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**YAGO ROCHA DE SOUZA**

**A INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO UMA ALTERNATIVA  
PARA A MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS: o sistema construtivo de  
parede de concreto**

**CAMPINA GRANDE  
2019**

YAGO ROCHA DE SOUZA

**A INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO UMA ALTERNATIVA  
PARA A MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS: o sistema construtivo de  
parede de concreto**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

**Área de concentração:** Resíduos Sólidos.

**Orientador:** Prof. Dr. William de Paiva.

**CAMPINA GRANDE  
2019**



É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S729i Souza, Yago Rocha de.

A industrialização na construção civil como uma alternativa para a minimização da geração de resíduos [manuscrito] : o sistema construtivo de parede de concreto / Yago Rocha de Souza. - 2019.

35 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2019.

"Orientação : Prof. Dr. William de Paiva , Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."

1. Construção civil. 2. Parede de concreto. 3. Resíduos da construção civil. I. Título

21. ed. CDD 628.44



YAGO ROCHA DE SOUZA

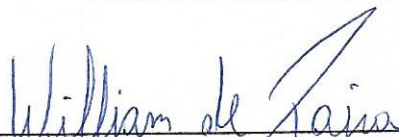
A INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO UMA ALTERNATIVA  
PARA A MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS: O SISTEMA  
CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito obrigatório para à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

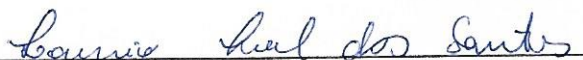
Área de concentração: Resíduos Sólidos.

Aprovado em: 29/11/2019.

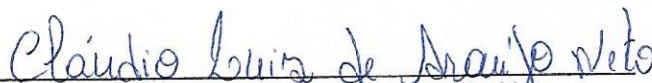
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. William de Paiva (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Laércio Leal Dos Santos  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. MSc. Cláudio Luís de Araújo Neto  
Faculdade Maurício de Nassau (UNINASSAU)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelo dom da vida e pelas oportunidades que me foram concedidas.

Aos meus pais, Clodoaldo e Joselma, por serem o meu maior exemplo, a minha fonte de inspiração e a quem eu devo tudo o que sou.

A minha noiva, Pâmela, que sempre esteve comigo em todos os momentos difíceis, nunca me deixando fraquejar em momento algum, e que me apoiou e me incentivou na busca deste objetivo.

Aos meus irmãos e a minha família, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram ao longo desta jornada.

Ao meu professor orientador, por ser um exemplo de dedicação e amor ao que faz e por toda a ajuda e disponibilidade ao longo da graduação.

À banca, pela disponibilidade de participar deste momento tão importante e pela dedicação e profissionalismo ao qual são referência para mim.

Aos professores do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UEPB, que contribuíram ao longo de minha caminhada, por meio das disciplinas, debates e ensinamentos, que foram de extrema importância para o meu desenvolvimento profissional.

Aos funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos amigos pessoais e aos colegas de classe pelos momentos de amizade, apoio, ajuda e incentivo.

“O sucesso começa com um sonho, do sonho para a meta, da meta para a disciplina, da disciplina para a persistência e da persistência para a conquista.”

Autor Desconhecido.



## RESUMO

A construção civil é uma atividade que acarreta grande consumo de recursos naturais e como consequência resulta em grandes quantidades de gerações de resíduos os quais precisam de uma disposição final ambientalmente adequada. Dessa forma, existe a necessidade do surgimento de novos métodos construtivos mais industrializados que otimizem o processo de construção de obras, minimizando o desperdício e consequentemente a geração de resíduos. Logo, o objetivo deste trabalho foi analisar uma obra de 128 unidades habitacionais onde o sistema construtivo é o de parede de concreto, a partir da estimativa da taxa de geração de resíduos da construção civil classe A, expressa em unidade de volume por unidade de área. Depois de realizada a estimativa, o resultado obtido foi comparado com os métodos construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural. A partir da análise e tratamento dos dados coletados, que ocorreu por meio da verificação do volume de concreto necessário, descrito no projeto da construtora, comparando com as notas fiscais de compra do concreto na usina de concretagem e, relacionando com a área construída total para os oito blocos, estimou-se o excedente de concreto. A taxa de geração de resíduos da construção civil, classe A, para a obra analisada, que foi de  $0,0067 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}$ . O resultado obtido foi 34,95% e 73,20% inferior aos métodos construtivos de alvenaria estrutural e alvenaria convencional, respectivamente. Conclui-se, dessa forma, que para a análise realizada, o sistema construtivo de parede de concreto pode ser uma alternativa viável para a minimização da geração de resíduos em obras da construção civil, em comparação com os sistemas construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural.

**Palavras-Chave:** Industrialização na construção. Parede de concreto. Resíduos da Construção Civil.

## ABSTRACT

Civil construction is an activity that results in a large natural resources consumption and results in large amounts of waste generation which need an adequate environmentally final disposal. Therefore in order of answer that there is the development need for new industrialized construction methods which optimize construction process of civil construction minimizing waste and consequently the waste generation. For that reason, the objective of this paper was to analyze 128 housing units civil construction where the constructive system is the concrete construction wall, with the class A waste generation estimation, rate expressed in volume unit per unit area. After estimation, the obtained result was compared with the construction methods of conventional masonry and structural masonry. Consequently, from the analysis and treatment of the collected data, which occurred by checking the concrete volume required (described in the construction project), comparing with the concrete purchase invoices in the concrete plant and, relating to the total built area for the eight blocks, the leftover concrete was estimated (class A waste generation rate). In other words, the waste generation rate of construction class A residues for the civil construction analyzed, were  $0.0067 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ . The result obtained was 34.95% and 73.20% lower than the construction methods of structural masonry and conventional masonry, respectively. Thus, it can be concluded that the concrete wall construction system can be a viable alternative for the waste minimization generation in civil construction works, in comparison with the conventional masonry and structural masonry construction systems.

**Keywords:** Construction Industrialization, Concrete wall, Waste from construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas sequenciais do sistema construtivo de parede de concreto	19
Figura 2. Sistema construtivo de alvenaria convencional.....	20
Figura 3. Sistema construtivo de alvenaria estrutural.....	20
Figura 4. Projeto executivo da obra analisada.....	23
Figura 5. Parte do projeto estrutural que contempla o volume necessário de concreto.....	24
Figura 6. Taxa de geração de resíduos classe A dos diferentes sistemas construtivos.....	30
Figura 7. Comparativo da taxa de geração de resíduo classe A.....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resíduos da construção civil coletados entre 2015 a 2017.....	16
Tabela 2. Definições e características dos sistemas construtivos analisados.	19
Tabela 3. Classificação dos resíduos da construção civil.....	22
Tabela 4. Quantidade em m <sup>3</sup> de concreto requerido por pavimento.....	25
Tabela 5. Dimensões e quantitativo de tampas.....	25
Tabela 6. Controle tecnológico: <i>slump flow test</i> .....	26
Tabela 7. Controle tecnológico: resistência a compressão simples.....	26
Tabela 8. Volume de concreto por bloco.....	28
Tabela 9. Taxa de geração de resíduo classe A.....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
CP	Corpo de Prova
hab	Habitante
kg	Quilograma
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro Quadrado
m <sup>3</sup>	Metro Cúbico
NBR	Norma Brasileira
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
t	Tonelada
UHs	Unidades Habitacionais
UN	Unidade
m	Metro

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Construção Civil</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Industrialização na Construção Civil</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>O Sistema Construtivo de Parede de Concreto</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4</b>	<b>Resíduos da Construção Civil</b> .....	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Procedimento de Coleta e Tratamento de Dados</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Caracterização da Área de Estudo</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b>Projeto Estrutural e o Volume Necessário de Concreto</b> .....	<b>24</b>
<b>4.4</b>	<b>Projetos Elétrico, CFTV e de Comunicação e o Quantitativo necessário de Tampas</b> .....	<b>25</b>
<b>4.5</b>	<b>Quantitativo de Concreto Utilizado no Controle Tecnológico</b> .....	<b>26</b>
<b>4.6</b>	<b>Método de Estimativa para a Taxa de Geração de Resíduos</b> .....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Taxa de Geração de Resíduos Classe A</b> .....	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>Comparativo da Taxa de Geração de Resíduos com os Métodos Construtivos de Alvenaria Convencional e Alvenaria Estrutural</b> .....	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, na maneira como é conduzida, apresenta-se como grande consumidor de recursos naturais, tais como solos, rochas e madeiras, por exemplo. Este consumo pode acarretar em grandes gerações de resíduos os quais precisam de uma disposição final ambientalmente adequada. Dessa forma, existe a necessidade do surgimento de processos construtivos inovadores, com tecnologias capazes de associar o custo-benefício com os aspectos socioambientais. Esses novos processos construtivos devem buscar minimizar a degradação do meio ambiente, por meio da redução da geração de resíduos e, promover a redução de custos em obras da construção civil sem que ocorram deficiências técnicas e prejuízo na qualidade final das construções.

Desse modo, a industrialização na construção civil é atualmente uma alternativa para a redução de custos, redução significativa no tempo de duração de obras e minimização da capacidade de geração de resíduos. Logo, o sistema construtivo de parede de concreto é um dos métodos de industrialização que vem sendo amplamente utilizada em obras comerciais e unidades habitacionais, sendo principalmente empregada em obras verticais.

Segundo Pinho (2010), a parede de concreto é constituída por um único elemento composto por materiais de estrutura e vedação, que consiste primeiramente na montagem das telas de aço, seguidos dos kits de instalações prediais e, por fim, na montagem das formas que posteriormente são preenchidas com concreto.

A parede de concreto é um sistema caracterizado pela significativa redução de tempo em construções, visto que, várias unidades habitacionais podem ser construídas em uma única etapa e em um curto período. Adicionalmente, ela possui elevada capacidade de industrialização, como por exemplo, os kits de instalações prediais elétricos e hidrossanitários, o concreto usinado e as telas de aço, todos fornecidos por empresas terceirizadas com medidas e especificações conforme projeto. Em contrapartida, o sistema construtivo de parede de concreto possui como desvantagem o alto custo inicial na aquisição das formas e a necessidade de mão de obra qualificada para montagem das mesmas.

Conseqüentemente, uma das finalidades do sistema construtivo de parede de concreto é a minimização da geração de resíduos da construção civil classe A de

acordo com a resolução nº 307 do CONAMA (2002), e dessa forma reduzir o desperdício de materiais em canteiros de obra. Esses resíduos incluem materiais oriundos de reformas, demolições e novas obras da construção civil, além dos resultantes da preparação e escavação de terrenos (CONAMA, 2002).

Sendo assim, este estudo tem a finalidade de analisar a industrialização na construção civil, por meio do sistema construtivo de parede de concreto, como uma alternativa para a minimização da geração de resíduos classe A, a partir da coleta, análise e comparação de dados de obras com sistemas construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural, sendo estes os métodos construtivos mais comumente utilizados para construção de unidades habitacionais.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Demonstrar quantitativamente que o sistema construtivo de parede de concreto pode ser uma alternativa viável para a minimização da geração de resíduos classe A em obras de construção civil, em comparação com os métodos construtivos de alvenaria convencional e estrutural.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar as vantagens do sistema construtivo de parede de concreto em comparação ao sistema construtivo de alvenaria convencional e estrutural.
- Apresentar uma alternativa para reutilização, em obra, da sobra de concreto utilizado na construção das unidades habitacionais.
- Estimar a taxa de geração de resíduos por unidade de área para a obra analisada e compara-la com referências nacionais, relacionando os métodos construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Construção civil e aspectos socioambientais

A construção civil reúne todas as atividades e processos necessários para a produção de uma obra de engenharia, que vão desde estudos preliminares sobre o terreno, escavações e terraplanagem, levantamento de estruturas e alvenarias até a etapa de acabamento e a conclusão da obra (FORTES, 2015). Desta maneira, pela quantidade de atividades por ela utilizada, existe uma ligação direta entre a construção civil com a geração de emprego e renda no país. Conseqüentemente o Brasil, de forma a promover/acelerar o crescimento do país, introduziu programas como o Minha Casa, Minha vida (PMCMV) e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), os quais estimulam e impulsionam o crescimento do setor de construção civil (ABDI, 2015).

No Brasil, o PMCMV foi criado de forma a responder o déficit habitacional de 6,4 milhões de moradias atualmente (CBIC, 2019), possibilitando alternativas para a compra de imóveis com uma menor taxa de juros, por exemplo. Portanto, o setor da construção civil pode apresentar novos indícios de crescimento nos próximos anos.

Associado a possibilidade de crescimento do setor da construção civil, surge a preocupação com os recursos naturais, visto que, para atender a demanda do déficit habitacional, será necessário o aumento na produção industrial, que poderá acarretar no aumento da geração de resíduos. Portanto, observa-se que o uso de novas tecnologias e o desenvolvimento de processos construtivos mais industrializados pode ser uma alternativa para a minimização da geração de resíduos da construção civil.

Segundo dados da ABRELPE (2017), o setor da construção civil brasileira apresentou uma média de coleta de resíduos da construção de 45 milhões de toneladas no ano de 2017. Porém, apresentou uma redução percentual com relação aos anos de 2015 e 2016 de 0,24% e 0,16% respectivamente. Na Tabela 1 observa-se os índices de resíduos da construção civil coletados entre 2015 a 2017.

Tabela 1. Resíduos da construção civil coletados entre 2015 e 2017

ANO	RCC COLETADO (t.dia <sup>-1</sup> )	ÍNDICE PER CAPITA (kg.hab <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )
2015	123.721	0,605
2016	123.619	0,600
2017	123.421	0,594

Fonte: Adaptado de Abrelpe, 2017.

Observa-se que a redução na geração de resíduos da construção civil pode ser um indicativo do aumento da industrialização no setor, por meio do uso de tecnologias inovadoras que otimizam o processo construtivo.

### **3.2 Industrialização na construção civil**

A industrialização na construção civil, surge como uma alternativa para inovar um setor que é historicamente reconhecido por utilizar processos construtivos bastante artesanais, buscando difundir os conceitos de indústria manufatureira (que tem por objetivo foco na produtividade e qualidade contínua) na construção civil (ALVES, 2016). Portanto, existe a necessidade de otimização do processo construtivo, reduzindo assim o tempo de conclusão das construções, minimizando custos e a geração de resíduos melhorando a qualidade final do produto.

Novos processos construtivos e os produtos industrializados vem sendo aplicados longo dos anos na construção civil, otimizando o trabalho realizado, produzindo processos com melhores condições de controle e gestão. Sendo assim, é possível reduzir significativamente atividades desnecessárias, reduzindo a margem de erro devido as ações humanas, uma vez que, são utilizadas melhores condições de trabalho em ambientes industrializados (infraestrutura, tecnologia e controle de qualidade) em comparação com os canteiros de obra (HÉRVAS E RUIZ, 2007).

Os produtos industrializados estão cada vez mais sob medidas e com características variadas sendo produzidos em larga escala, aumentando o poder de escolha de construtoras, que optam pela industrialização como alternativa para adquirir produtos com melhor qualidade e em um menor espaço de tempo, possibilitando a elas receberem um produto final com maior uniformidade (ALVES, 2016). Estruturas pré-moldadas de concreto, concreto usinado e argamassa, kits de instalações hidráulicas e elétricas, louças hidrossanitárias, portas e janelas e armaduras de aço e ferragem em geral, são alguns exemplos típicos de produtos que podem ser fornecidos por empresas terceirizadas para as construtoras, com as características necessárias e específicas de cada construção.

Segundo Sirtoli (2015), a industrialização na construção civil é sinônimo de evolução e a pré-fabricação é um dos caminhos. Logo, controle de qualidade, aumento da produtividade, redução de custos e minimização da geração de resíduos no canteiro de obras são as vantagens da industrialização.

Em resumo, a finalidade da industrialização dentro dos canteiros de obra, está em propor um sistema construtivo caracterizado apenas por montagem, ou seja, tornando obsoleto o arcaico sistema construtivo caracterizado por confecção e montagem. Uma vez que, para a realização de uma obra de engenharia, quase que em sua totalidade pode ser industrializada, ou seja, todos os materiais e produtos necessários podem ser fornecidos por empresas terceirizadas, desde o levantamento da estrutura até o processo final de acabamento.

### **3.3 O sistema construtivo de parede de concreto**

O sistema construtivo de parede de concreto, trata-se de um tipo de industrialização na construção civil, devido a possibilidade de utilização de kits industrializados de instalações prediais (hidráulicos e elétricos), utilização telas de aço e com dimensões padronizadas e, por utilizar concreto autoadensável comumente comprado em empresas de fabricação e fornecimento de concreto. Trata-se de um sistema construtivo totalmente industrializado.

Por definição, segundo a NBR 16055 (2012), a parede de concreto trata-se de um elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar a carga no mesmo plano da parede. O método construtivo de parede de concreto consiste na montagem de uma estrutura única, com todos os acessórios necessários instalados previamente, como por exemplo, os kits hidráulicos e elétricos o que facilita a sua construção.

O processo construtivo da parede de concreto inicia-se com a marcação do gabarito, também conhecida como locação, que irá definir o posicionamento exato das paredes. Em seguida, utilizam-se as telas de aço para fazer a armação, também conhecida como armadura, posicionada no eixo vertical da parede e preferencialmente centralizada, que possui a função de resistir a tensões de retração, devido a utilização do concreto, e ações devido a concentração de cargas. Após a fixação das telas de armação, iniciam-se as instalações dos kits hidráulicos e elétricos, onde na instalação dos kits elétricos, os eletrodutos e as caixas elétricas são fixadas na tela de modo que não se desloquem durante a concretagem.

Os kits hidráulicos podem ser instalados fixados nas telas de armação ou em espaço próprio a parte da parede e confinado, em locais conhecidos como *shafts*. Após a instalação dos kits hidráulicos e elétricos fecha-se a parede por meio da utilização de formas que possuem travamento para resistir aos esforços atuantes

devido ao empuxo do concreto. Em seguida, realiza-se a concretagem das formas para a construção da parede de concreto. Após o concreto atingir a resistência mínima definida em projeto, as formas são retiradas e está finalizada a parede de concreto (MORQUECHO, 2016). Na Figura 1, tem-se as etapas sequenciais do sistema construtivo de parede de concreto.

Figura 1. Etapas sequencias do sistema construtivo de parede de concreto



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Este sistema construtivo apresenta diferenças significativas quando comparado com os sistemas de alvenaria convencional e alvenaria estrutural. Na Tabela 2, tem-se as principais características de cada sistema construtivo analisado.

Tabela 2. Definições e características dos sistemas construtivos analisados

TIPOS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS	DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
PAREDE DE CONCRETO	Caracterizado por ser um sistema único, ou seja, a vedação e a estrutura são um único elemento. Utilizam formas que são montadas no local da obra e concretadas, já com as instalações hidráulicas e elétricas inclusas.
ALVENARIA CONVENCIONAL	Também conhecido como alvenaria de vedação, este sistema é caracterizado por apresentar elementos estruturais bem definidos, pilares, vigas e lajes em concreto armado. A alvenaria, por meio da utilização dos blocos cerâmicos, é utilizada apenas para realizar a vedação e separação dos ambientes.
ALVENARIA ESTRUTURAL	Sistema construtivo em que as paredes e a laje fazem a função estrutural e de vedação. Logo, não são utilizados vigas e pilares. Caracterizado pela utilização de blocos de concreto ou cerâmicos preenchidos por concreto podendo ser utilizadas barras de aço para armação.

Fonte: Adaptado de Pereira, 2018.

Na Figura 2, observa-se a representação do sistema construtivo de alvenaria convencional também conhecido como alvenaria de vedação. Logo, observa-se os elementos estruturais bem definidos, assim como a alvenaria de vedação.

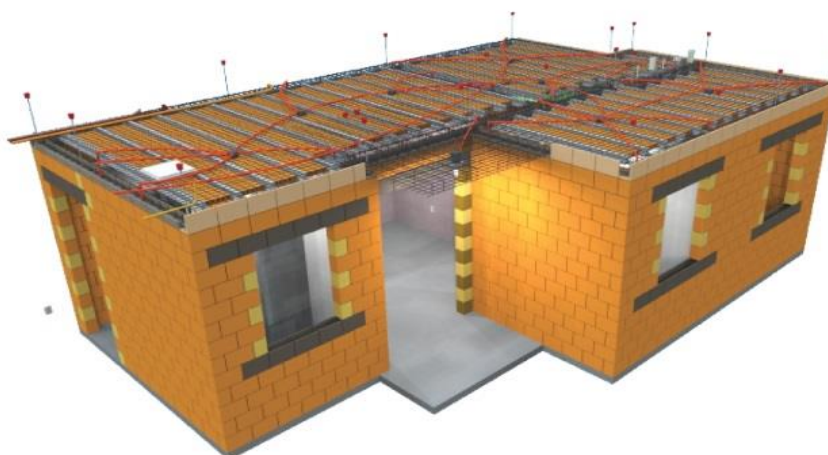
Figura 2. Sistema construtivo de alvenaria convencional



Fonte: Moreira, 2017.

A Figura 3 representa as características do sistema construtivo de alvenaria estrutural. Observa-se a utilização de blocos cerâmicos com função de vedação e estrutural, simultaneamente. Observa-se também, a não utilização de vigas e pilares, apenas barras de aço (armadura) em pontos estratégicos definidos em projeto.

Figura 3. Sistema construtivo de alvenaria estrutural



Fonte: Mohamad, Machado e Jantsch, 2017.

Portanto segundo Ferreira (2014), o sistema construtivo de parede de concreto, em comparação com os sistemas construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural, apresenta diversas vantagens, tais como, maior rapidez para conclusão da obra, padronização e racionalização de processos, melhor qualidade do produto final em termos de acabamento, eliminação de custos indiretos, canteiros de obras mais organizados e diminuição significativa de desperdícios, ou seja, menor geração de resíduos da construção civil.

### **3.4 Resíduos da construção civil**

A construção civil trata-se de um dos mais importantes setores produtivos do Brasil e, por ser uma atividade técnica que utiliza diversos recursos naturais para a construção de obras de engenharia, acaba se tornando um dos setores com grande capacidade de geração de resíduos da construção civil (NAGALLI, 2014).

No Brasil, os sistemas construtivos empregados para construções de obras ainda são essencialmente manuais. Logo, acarretam em possíveis desperdícios de materiais e, como consequência ocorre a grande geração de resíduos nos canteiros de obra que são potencialmente degradadores do meio ambiente e trazem inúmeros prejuízos de logística e financeiros. Além de, ser um dos principais agentes para o aumento da poluição ambiental (NAGALLI, 2014). Logo, surge a necessidade de utilização de novos métodos construtivos mais industrializados que minimizem o desperdício de materiais e consequentemente a geração de resíduos.

Segundo a resolução CONAMA n° 307 (CONAMA, 2002), os resíduos da construção civil podem ser definidos como:

Os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes de preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solo, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gessos, telhas, pavimentos asfálticos, vidros, plásticos, tubulações, fiações elétricas etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002, p.1).

Os resíduos da construção civil podem ser diferenciados por classes de resíduos, conforme apresenta a resolução n° 307 do CONAMA (2002), que

especifica a classificação dos resíduos da construção e demolição, observada na Tabela 3.

Tabela 3. Classificação dos resíduos da construção civil

CLASSE DE RESÍDUO	DESCRIÇÃO E TIPO DE RESÍDUO
CLASSE A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como, solos, componente cerâmicos (tijolos, telhas, blocos e revestimentos), argamassa, concreto e peças pré-moldadas de concreto (blocos, meio-fios).
CLASSE B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como, plásticos, papéis, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas e gesso.
CLASSE C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
CLASSE D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais a saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos que contenham amianto ou outros produtos nocivos a saúde.

Fonte: CONAMA, 2002.

Portanto, de acordo com Lovato (2007), os resíduos da construção civil representam cerca de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos. Em sua grande maioria, estes resíduos são destinados para aterros sanitários ou em locais ambientalmente inapropriados, que pode vir a resultar na contaminação e degradação do meio ambiente, trazendo riscos à saúde da população.

Como alternativa para a minimização da geração de resíduos em obras da construção civil, tem-se que o gerenciamento dos resíduos deve estar relacionado com um conjunto de ações operacionais que objetivem a minimização da geração. Logo, a utilização de processos com novas tecnologias e mais industrializados, que possibilitem fornecer para as construtoras produtos pré-fabricados com medidas e características conforme projeto, é uma alternativa para possibilitar obras de engenharia com menor potencial de degradação do meio ambiente, evitando desperdícios de materiais e consequentemente reduzindo custos (NAGALLI, 2014).



## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Procedimento de coleta e tratamento de dados

Para a obtenção dos dados, inicialmente, consultou-se o projeto estrutural da obra em comparação com as notas fiscais da compra de concreto. Retirou-se do projeto estrutural a quantidade, em volume, de concreto utilizado para o preenchimento das formas. Já das notas fiscais, retirou-se a quantidade, em volume, comprada pela construtora. Em seguida, foi realizada a comparação dos dados e quantificado o volume de sobra de concreto.

A partir dos dados de sobra de concreto, retirou-se dos projetos elétricos, CFTV (circuito fechado de televisão) e de comunicação, as dimensões e a quantidade de caixas de passagem e inspeção que serão necessárias para realização da infraestrutura da obra. Será proposto a reutilização da sobra do concreto para confecção das tampas das caixas requeridas nos projetos.

Por fim, após retirado o volume de concreto utilizado na confecção das tampas, será estimada a taxa de geração de resíduo ( $m^3.m^{-2}$  e  $kg.m^{-2}$ ) em unidade de volume ( $m^3$ ) por unidade de área ( $m^2$ ) e em unidade de massa (kg) por unidade de área ( $m^2$ ) e em seguida o resultado obtido será comparado com outras referências relacionando os métodos construtivos de alvenaria convencional e o de alvenaria estrutural.

### 4.2 Caracterização da área de estudo

O presente trabalho irá analisar a geração de resíduos da construção civil classe A, em uma obra na cidade de Campina Grande-PB, onde o sistema construtivo é o de parede de concreto. A obra referida trata-se de uma construção com 8 blocos de 4 pavimentos cada e 4 apartamentos por pavimento, totalizando 128 unidades habitacionais (UHs), conforme Figura 4.

Figura 4. Projeto executivo da obra analisada



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Serão analisados apenas os dados referentes a construção dos 8 blocos, uma vez que, a finalidade deste trabalho é, analisar a geração de resíduo classe A do sistema construtivo de parede de concreto. Toda área externa aos blocos foi construída em alvenaria estrutural e concreto. Logo, não foi quantificado o volume de resíduo gerado. Também, não serão analisados os resíduos gerados na etapa de acabamento, pois a obra encontra-se no início desta etapa, não sendo possível quantificar o total de resíduos gerados nesta etapa por metro quadrado.

A área construída total da obra é de 6.134,17 metros quadrados, sendo a área construída total destinada para a construção dos 8 blocos de 5.992,96 metros quadrados.

### 4.3 Projeto estrutural e o volume necessário de concreto

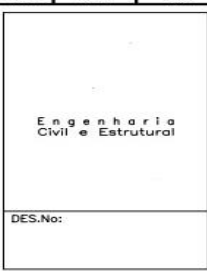
O projeto estrutural da obra indica a quantidade, em volume (m<sup>3</sup>), de concreto que deve ser utilizado para o preenchimento completo da forma por pavimento, conforme a Figura 5.

Figura 5. Parte do projeto estrutural que contempla o volume necessário de concreto

#### QUANTITATIVOS:

VOLUME DE CONCRETO DE APENAS UM NÍVEL DE LAJES = 16,43m<sup>3</sup>

VOLUME DE CONCRETO DAS PAREDES = 38,32m<sup>3</sup>

REV.	DATA	DES.	DESCRIÇÃO	VER.	APROV.
1	JAN./2019		EXCLUSÃO DAS ABERTURAS DAS LAJES "L2, L3, L11 e L12"		
0	FEV./2018		EMISSÃO INICIAL		
			CLIENTE:	ENGENHARIA	
			OBRA:	RESIDENCIAL	
			TÍTULO:	FORMA DAS PAREDES – PAVIMENTO TÉRREO FORMA DA 1ª E 2ª LAJES E COTAS ACUMULADAS	
DES.No:			PROJETO:	VER:	APROV.:
			DESENHO:	DATA:	ESCALA:
				FEVEREIRO/2018	INDICADA
					FOLHA: B-01

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Na Tabela 4, encontra-se o resumo dos volumes necessários de concreto por pavimento, por bloco e para os oito blocos, retirados do projeto estrutural da construtora.

Tabela 4. Quantidade em m<sup>3</sup> de concreto requerido por pavimento

<b>PAVIMENTO</b>	<b>VOLUME DE CONCRETO PROJETO (m<sup>3</sup>)</b>
Pavimento térreo	54,75
Pavimento tipo 1	55,00
Pavimento tipo 2	55,00
Pavimento tipo 3	55,37
Platibanda	8,68
<b>TOTAL POR BLOCO</b>	<b>228,80</b>
<b>TOTAL PARA 8 BLOCOS</b>	<b>1830,40</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Observa-se que o projeto estrutural solicita volumes diferentes para preenchimento da forma, de acordo com o pavimento. Para a concretagem da platibanda tem-se o menor valor em volume, 8,68 m<sup>3</sup> de concreto para preenchimento da forma, devido a menor área, conforme projeto. Já para o pavimento térreo é necessário 54,75 m<sup>3</sup> de concreto, o menor valor entre os pavimentos tipos, visto que, neste tem-se a porta de entrada que dar acesso as unidades habitacionais. Para os pavimentos tipo 1 e 2, necessita-se 55,00 m<sup>3</sup> de concreto para o preenchimento da forma. Por último, para o pavimento tipo 3, necessita-se de 55,37 m<sup>3</sup> de concreto, visto que, neste existe o completo preenchimento da laje, diferente dos demais pavimentos devido ao local destinado a escada.

#### 4.4 Projetos elétrico, CFTV e de comunicação e o quantitativo necessário de tampas

Os projetos elétricos, CFTV e de comunicação (televisão, internet, telefone e interfone) indicam o volume, em metros cúbicos, da quantidade de concreto necessária para a confecção das tampas para as caixas de passagem de cabos e inspeção localizadas na obra, na área externa aos blocos. A Tabela 5 indica as dimensões (comprimento, largura e espessura), o volume necessário e o quantitativo por projeto.

Tabela 5. Dimensões e quantitativo de tampas

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANTIDADE (UN)</b>	<b>DIMENSÕES (m)</b>	<b>VOLUME UNITÁRIO (m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUME TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>
Projeto elétrico	44	0,6 x 0,6 x 0,05	0,018	0,7920
Projeto de CFTV	17	0,4 x 0,4 x 0,05	0,008	0,1360
Projeto de Comunicação	28	0,60 x 0,35 x 0,05	0,0105	0,2940
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,2220</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

#### 4.5 Quantitativo de concreto utilizado no controle tecnológico

Seguindo os procedimentos do departamento de qualidade da construtora, realiza-se o controle tecnológico do concreto utilizado para o preenchimento das formas. Avalia-se o abatimento, por meio do ensaio de *slump flow test* e a verificação da resistência a compressão simples a diferentes tempos de cura.

Para a realização do ensaio de *slump flow test*, o controle tecnológico, embasado na NBR NM 67 (1998) e NBR 15823-2 (2010) respectivamente, estabelece que seja realizado um ensaio de cada por caminhão betoneira. Na Tabela 6 tem-se as dimensões do cone (diâmetro menor, diâmetro maior e altura) utilizado na realização do ensaio, o volume de concreto utilizado e o quantitativo total de concreto para os oito blocos.

Tabela 6. Controle tecnológico: *slump flow test*

DIMENSÕES (m)	VOLUME DO CONE (m <sup>3</sup> )	VOLUME POR CAMINHÃO (m <sup>3</sup> )	VOLUME POR PAVIMENTO (m <sup>3</sup> )	VOLUME POR BLOCO (m <sup>3</sup> )
0,1 x 0,2 x 0,3	0,0055	0,0109	0,0879	0,3737
<b>VOLUME TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>			<b>2,9893</b>	

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Para a verificação da resistência do concreto, por meio do ensaio de resistência a compressão simples, segundo os requisitos pré-estabelecidos nas NBR 15823-1 (2017) e NBR 5739 (2018), o controle tecnológico estabelece que sejam moldados e posteriormente ensaiados, dez corpos de prova (CP) com dimensões padronizadas para cada caminhão betoneira. Na Tabela 7 tem-se o quantitativo de corpos de prova moldados e ensaiados e o volume de concreto utilizado.

Tabela 7. Controle tecnológico: resistência a compressão simples

QUANTIDADE DE CP POR CAMINHÃO (UN)	QUANTIDADE DE CP POR PAVIMENTO (UN)	QUANTIDADE DE CP POR PLATIBANDA (UN)	QUANTIDADE DE CP POR BLOCO (UN)	QUANTIDADE TOTAL DE CP MOLDADOS (UN)
10	80	20	340	2720
ÁREA DO CP (m <sup>2</sup> )	VOLUME DE UM CP (m <sup>3</sup> )	VOLUME TOTAL POR PAVIMENTO (m <sup>3</sup> )	VOLUME TOTAL POR BLOCO (m <sup>3</sup> )	VOLUME TOTAL DOS CP (m <sup>3</sup> )
0,0078	0,0016	0,1256	0,5338	4,2704

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Verifica-se que por pavimento o volume total de concreto utilizado para o controle tecnológico é de 0,2135 m<sup>3</sup>. Por bloco é utilizado 0,9075 m<sup>3</sup> de concreto. Já o quantitativo total de concreto utilizado nos 8 blocos é 7,2597 m<sup>3</sup>.

O concreto utilizado para o controle tecnológico, após a realização dos ensaios, será descartado como resíduo classe A nas caçambas estacionárias para resíduo.

#### **4.6 Método de estimativa para a taxa de geração de resíduos ( $m^3.m^{-2}$ )**

A partir dos dados coletados, estimou-se inicialmente o volume gerado de resíduo classe A no final da construção de todos os blocos, a partir da relação entre volume de concreto necessário, volume de concreto comprado e o volume de concreto utilizado para a confecção de tampas, conforme a Equação 1.

$$VR = V1 - V2 - V3 \quad (1)$$

Onde:

VR: Volume gerado de resíduo ( $m^3$ ).

V1: Volume de concreto comprado ( $m^3$ ).

V2: Volume de concreto necessário, conforme o projeto ( $m^3$ ).

V3: Volume de concreto utilizado para a confecção das tampas ( $m^3$ ).

Para a estimativa da taxa de geração de resíduos, utiliza-se a relação entre o volume gerado de resíduo e a área total destinada a construção dos blocos, conforme a Equação 2.

$$T1 = VR \div At \quad (2)$$

Onde:

T1: Taxa de geração de resíduos ( $m^3.m^{-2}$ )

VR: Volume gerado de resíduo ( $m^3$ )

At: Área construída ( $m^2$ )

Para estimar a taxa de geração de resíduos em unidade de massa por unidade de área ( $kg.m^{-2}$ ), utiliza-se a relação entre a taxa de geração de resíduos ( $m^3.m^{-2}$ ) e a massa específica do concreto ( $kg.m^{-3}$ ), conforme a Equação 3.

$$\text{Taxa de geração de resíduos } (kg.m^{-2}) = T1 \times \text{Massa específica} \quad (3)$$

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta e análise dos dados obtidos, observou-se inicialmente, o volume em metro cúbico de concreto comprado pela construtora para a construção das unidades habitacionais (UHs), em seguida estimou-se a taxa de geração de resíduo, em volume por unidade de área, para o método construtivo de parede de concreto e comparou o resultado obtido com outras referências relacionando os métodos construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural.

### 5.1 Taxa de geração de resíduo classe A

O concreto utilizado para a construção dos blocos é adquirido em uma usina de concreto da cidade de Campina Grande-PB. Os caminhões betoneiras não possuem capacidade para entregar todo o volume de concreto requerido em um único caminhão, logo, o volume necessário é dividido por igual em diversos caminhões, conforme a Tabela 8.

Tabela 8. Volume de concreto por bloco

PAVIMENTO	VOLUME NECESSÁRIO DE CONCRETRO (m <sup>3</sup> )	VOLUME ENTREGUE POR CAMINHÃO (m <sup>3</sup> )	QUANTIDADE DE CAMINHÕES BETONEIRAS (un)	VOLUME COMPRADO (m <sup>3</sup> )
Térreo	54,75	7,00	8	56
Tipo 1	55,00	7,00	8	56
Tipo 2	55,00	7,00	8	56
Tipo 3	55,37	7,00 e 7,50	6 e 2	57
Platibanda	8,68	4,00 e 5,00	1 e 1	9
<b>TOTAL</b>	<b>228,80</b>	-	-	<b>234</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Observa-se que a quantidade de concreto comprada, para a construção de um bloco, é 2,27% superior que a necessária devido ao coeficiente de segurança para evitar a falta de concreto no preenchimento das formas quando houver os possíveis vazamentos de concreto e o concreto utilizado para o controle tecnológico.

Sabendo-se que o volume necessário de concreto por bloco, segundo projeto, é de 228,80 m<sup>3</sup>, tem-se que o volume total para a concretagem dos 8 blocos é de 1830,40 m<sup>3</sup>. Já o volume de concreto comprado para concretagem de um bloco é de 234 m<sup>3</sup>, resultando em 1872 m<sup>3</sup> de concreto comprado para a concretagem dos 8 blocos. Considerando-se que são utilizados aproximadamente 1,22 m<sup>3</sup> de concreto

para a confecção das tampas requeridas nos projetos elétrico, CFTV e de comunicação, tem-se ao final das concretagens uma sobra de concreto de 40,38 m<sup>3</sup>. Ou seja, trata-se de 40,38 m<sup>3</sup> de resíduo classe A gerado na obra, para a construção das UHs.

A área total destinada para a construção dos blocos é de 5.992,96 m<sup>2</sup>. Logo, a partir da relação do volume de resíduo com a área construída, tem-se o que resulta em uma taxa de geração de resíduo de 0,0067 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>, conforme a Tabela 9.

Tabela 9. Taxa de geração de resíduo classe A

VOLUME TOTAL NECESSÁRIO DE CONCRETO (m <sup>3</sup> )	VOLUME TOTAL DE CONCRETO COMPRADO (m <sup>3</sup> )	VOLUME UTILIZADO NA CONFECÇÃO DAS TAMPAS (m <sup>3</sup> )
1830,40	1872,00	1,22
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL (m <sup>2</sup> )	VOLUME DE RESÍDUO GERADO (m <sup>3</sup> )	TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUO (m <sup>3</sup> .m <sup>-2</sup> )
5992,96	40,38	<b>0,0067</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

## 5.2 Comparativo da taxa de geração de resíduos com os métodos construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural

A partir da taxa de geração de resíduo classe A de 0,0067 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>, para o sistema construtivo de parede de concreto, comparou-se o resultado obtido com outras referências, relacionando os métodos construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural, com o intuito de identificar o sistema construtivo que minimiza a geração de resíduos classe A.

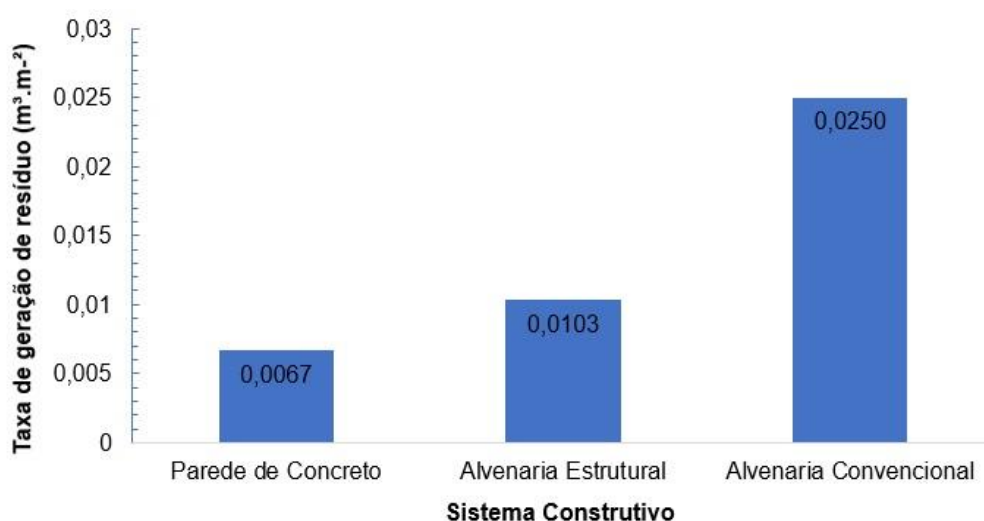
Segundo Araújo (2015), em uma obra de condomínios verticais construída em alvenaria estrutural, localizada na cidade de Natal-RN e certificada pela ISO 14001, na qual existe um processo rigoroso de controle de qualidade e otimização de processos, além de estabelecer diretrizes sobre a área da gestão ambiental dentro do canteiro de obras, foi obtida uma taxa de geração de resíduo classe A de 0,0103 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>, para uma área construída total de 8.525,70 m<sup>2</sup>. Ressalta-se, segundo o autor, que os resíduos gerados e analisados são apenas do tipo classe A (argamassa e blocos de concreto).

Segundo Bertol, Rafler e Dos Santos (2013), após uma análise de 7 obras de condomínios verticais construídas em alvenaria convencional, na cidade de Curitiba-PR, foi obtida uma taxa média de geração de resíduos classe A de 0,0250 m<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>,

para uma área construída total de 141.303,96 m<sup>2</sup>. Ressalta-se, segundo o autor, que dentre os resíduos gerados, não está incluso o solo retirado em escavação.

Na Figura 6, tem-se o gráfico comparativo das taxas de geração de resíduos classe A em obras da construção civil. Logo, observa-se que o sistema construtivo de parede de concreto da obra analisada, apresenta a menor taxa de geração de resíduo classe A, com 34,95% a menos em comparação com o método construtivo de alvenaria estrutural e 73,20% a menos do que o método construtivo de alvenaria convencional.

Figura 6. Taxa de geração de resíduo classe A dos diferentes sistemas construtivos



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Sabendo-se que a massa específica do concreto utilizado no sistema construtivo de parede de concreto, segundo a usina de concreto, é em média 2127,44 kg.m<sup>-3</sup>. Logo, tem-se que a taxa de geração de resíduo em unidade de massa por unidade de área é de 14,25 kg.m<sup>-2</sup> de resíduo classe A.

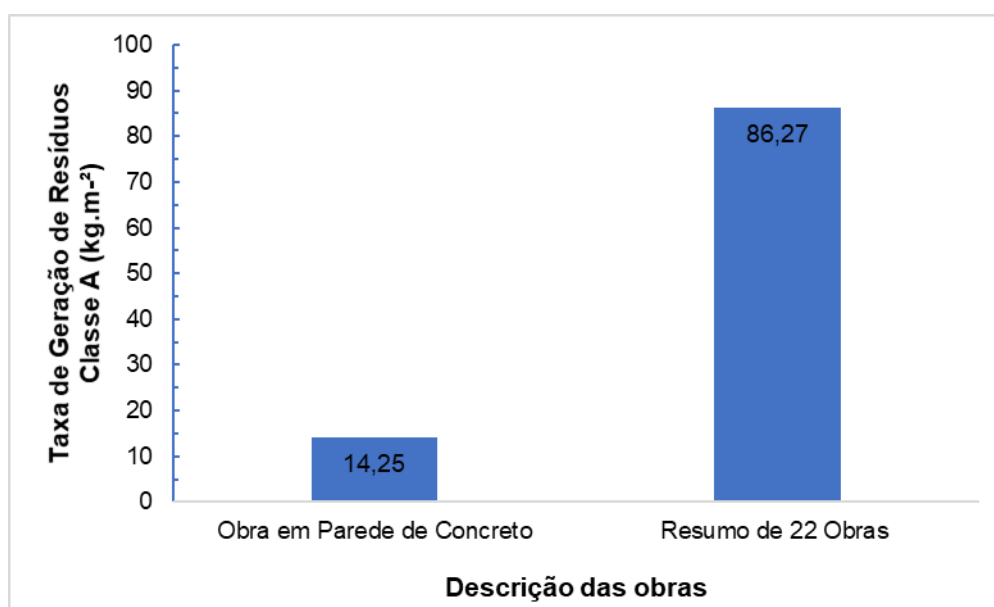
Segundo Araújo (2015), para o sistema construtivo de alvenaria estrutural, e Bertol, Rafler e Dos santos (2013), para o sistema construtivo de alvenaria convencional, a massa específica não foi estimada e sim adotada, mediante valores encontrados na literatura. Logo, não se sabe ao certo o valor exato para efeito comparativo. Portanto, não será adotado valores para comparação, uma vez que, existem variações significativas nos valores encontrados para a massa específica dos resíduos da construção civil, devido os valores disponíveis na literatura serem brutos, ou seja, não são especificados a massa específica para os resíduos classe A



por método construtivo e sim o valor total da massa específica para os resíduos da construção civil, portanto, não sendo representativo.

Para efeito comparativo, segundo Costa (2012), para uma análise de 22 obras de condomínios verticais na cidade de João Pessoa-PB, na qual não foram descritos os sistemas construtivos utilizados, obteve-se com um nível de 90% de confiança, uma taxa média de geração de resíduos classe A de 86,27 kg.m<sup>-2</sup>, para uma área construída total de 82.705,41 m<sup>2</sup>. Logo, observa-se uma taxa superior comparado ao sistema construtivo de parede de concreto estimado na obra em análise, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7. Comparativo da taxa de geração de resíduo classe A



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Observa-se, um valor 6 vezes superior para as 22 obras analisadas por Costa (2012). Logo, a possível justificativa para tal encontra-se no fato de que foram avaliadas todas as etapas construtivas, desde a fase de estrutura até a fase de acabamento das unidades habitacionais.

## 6 CONCLUSÃO

Observou-se, a partir da análise comparativa realizada, que o sistema construtivo de parede de concreto pode ser uma alternativa viável para a minimização da geração de resíduos classe A em obras de construção civil, comparado com os sistemas construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural, pois observou-se menores valores nos dados de taxa de geração de resíduo classe A, de 34,95% a menos em comparação com o sistema construtivo de alvenaria estrutural e 73,20% a menos em comparação com o sistema construtivo de alvenaria convencional.

É possível concluir que o sistema de parede de concreto possui vantagens significativas comparadas com outros tipos de sistemas construtivos (alvenaria estrutural e alvenaria convencional), como tempo de execução da obra reduzido, maior durabilidade e vida útil da estrutura, redução de processos construtivos, padronização das medidas e redução da quantidade de mão de obra, devido a industrialização de alguns processos como por exemplo, kits industrializados de instalações prediais e concreto industrializado.

O sistema construtivo de parede de concreto, permitiu a análise prévia que possibilitou a reutilização da sobra de concreto, reduzindo custos com a compra das tampas para as caixas de passagem e inspeção dos projetos elétrico, CFTV e de comunicação e reduziu o desperdício de sobra de concreto, diminuindo a geração de resíduo.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Manual da Construção Industrializada**. ABDI, 2015. Disponível em: <http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/manual-construcao.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo: ABRELPE, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edifícios – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15823-1: Concreto auto-adensável Parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15823-2: Concreto auto-adensável Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco cone**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- ARAÚJO, Yuri de Andrade. **Verificação da aplicação do modelo de Nagalli para estimativa dos resíduos da construção civil em uma obra de alvenaria estrutural**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.
- ALVES, Maurício Kaminski. **Industrialização na construção civil: Análise da possibilidade de adoção de ações de um programa de desenvolvimento tecnológico europeu na construção civil brasileira**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148689/001002411.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 nov. 2019.
- BERTOL, A. C.; RAFFLER, A.; DOS SANTOS, J. P. **Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia da Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

**CAMERA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. DEFICIT HABITACIONAL NO BRASIL.** 2018. Disponível em:

<http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>. Acesso em: 06 nov. 2019.

**COSTA, Ricardo Vasconcelos Gomes da. TAXA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.** 2012.

Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212014000100011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000100011). Acesso em: 14 nov. 2019.

\_\_\_ Resolução Conama n° 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, n. 136, p. 95-96, 17 jul. 2002.

**FERREIRA, Augusto Sendtko. Estudo comparativo de sistemas construtivos industrializados:**

Paredes de concreto, Steel Frame e Wood Frame. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de Santa Maria. 2014. Disponível em:

[http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1\\_2014/TCC\\_AUGUSTO%20SENDTKO%20FERREIRA.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2014/TCC_AUGUSTO%20SENDTKO%20FERREIRA.pdf). Acesso em: 13 nov. 2019.

**FORTES, Délcio Pereira. Noções de construção civil e desenho arquitetônico.** 1 ed. Montes Claros: IFNMG, 2015. Disponível em:

<http://ead.ifnmg.edu.br/u.plloads/documentos/BAzXZb6oGf.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

HÉRVAS E RUIZ, 2007 - HERVÁS, F. C.; RUIZ, M. I. V. Stakeholder requirements for open building manufacturing. Espoo: VTT – Technical Research Centre of Finland, 2007. p. 133-152. Disponível em:

<http://roboticslab.uc3m.es/roboticslab/sites/default/files/Open%20Building%20Manufacturing.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

**LOVATO, P.S. Verificação dos parâmetros de controle de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto.** 2007. 180 p.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10609/000598258.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 nov. 2019.

**MOHAMAD, G.; MACHADO, D. W. N.; JANTSCH, A. C. A. Alvenaria estrutural: construindo o conhecimento.** São Paulo: Blucher, 2017.

**MORQUECHO, Fernando Bezerra Galvão. Análise de edifícios em paredes de concreto moldadas in loco.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

Disponível em:

[https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2450/1/MONOGRRAFIA%20FERNANDO%20MORQUECHO\\_AN%C3%81LISE%20DE%20EDIF%C3%8DCIOS%20](https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2450/1/MONOGRRAFIA%20FERNANDO%20MORQUECHO_AN%C3%81LISE%20DE%20EDIF%C3%8DCIOS%20)

EM%20PAREDES%20DE%20CONCRETO%20MOLDADAS%20IN%20LOCO.pdf.  
Acesso em: 12 nov. 2019.

MOREIRA, Patrícia Emília Vilela Silva Rodrigo Resende. **Projeto de alvenaria de vedação – Diretrizes para elaboração, histórico, dificuldades e vantagens da implantação e relação com a NBR 15575**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em:

[https://www.eec.ufg.br/up/140/o/PROJETO\\_DE\\_ALVENARIA\\_DE\\_VEDA%C3%87%C3%83O\\_%E2%80%93\\_DIRETRIZES\\_PARA\\_A\\_ELABORA%C3%87%C3%83O\\_HIST%C3%93RICO\\_DIFICULDADES\\_E\\_VANTAGENS\\_DA\\_IMPLIMENTA%C3%87%C3%83O\\_E\\_RELA%C3%87%C3%83O\\_COM\\_A\\_NBR\\_15575.pdf](https://www.eec.ufg.br/up/140/o/PROJETO_DE_ALVENARIA_DE_VEDA%C3%87%C3%83O_%E2%80%93_DIRETRIZES_PARA_A_ELABORA%C3%87%C3%83O_HIST%C3%93RICO_DIFICULDADES_E_VANTAGENS_DA_IMPLIMENTA%C3%87%C3%83O_E_RELA%C3%87%C3%83O_COM_A_NBR_15575.pdf). Acesso em: 21 nov. 2019.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistema construtivos utilizados na construção civil**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em:

<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>. Acesso em: 12 nov. 2019.

PINHO, Dino de Tarso Pinheiro e. **Sistema construtivo parede de concreto: um estudo de caso**. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: [http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2010/Dino\\_Pinho\\_Sistema%20Construtivo%20de%20Parede%20de%20Concreto.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2010/Dino_Pinho_Sistema%20Construtivo%20de%20Parede%20de%20Concreto.pdf). Acesso em: 13 nov. 2019.

SIRTOLI, Alex Sandro Couto. **Industrialização da construção civil, sistemas pré-fabricados de concreto e suas aplicações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em:

[http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1\\_2015/TCC\\_ALEX%20SANDRO%20COUTO%20SIRTOLI.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2015/TCC_ALEX%20SANDRO%20COUTO%20SIRTOLI.pdf). Acesso em: 15 nov. 2019.