



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG**  
**CENTRO DE TECNOLOGIAS E RECURSOS NATURAIS - CTRN**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL - UAEC**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MÉTODO CONSTRUTIVO  
UTILIZANDO FORMAS DE ALUMÍNIO VERSUS O MÉTODO  
CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO**

**ANTÔNIO LEITE ROLIM FILHO**

Campina Grande - PB

2018

**ANTÔNIO LEITE ROLIM FILHO**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MÉTODO CONSTRUTIVO  
UTILIZANDO FORMAS DE ALUMÍNIO VERSUS O MÉTODO  
CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Unidade Acadêmica de Engenharia Civil (UAEC) da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Milton Bezerra Chagas Filho

Coorientador: M.Sc. Rodrigo Mendes Patrício Chagas

Campina Grande - PB

2018

*Dedico este trabalho à minha mãe, meu pai  
e a toda minha família. Sem o apoio de todos  
não chegaria tão longe.*

## AGRADECIMENTOS

Ao SENHOR, meu Deus, que sempre Está comigo, apesar das minhas falhas.

Ao meu pai Antônio Leite Rolim, à minha mãe Vagna Pereira Rolim e às minhas irmãs: Ana Clara Pereira Rolim, Ana Paula Pereira Rolim, Rossana Santos Rolim Moraes, Rosselma Santos Rolim Vivas e Joselma Santos Rolim Nunes; que representam meu alicerce de apoio e motivação.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) *campus* sede, por todo o auxílio e recursos em mim investidos durante o período de graduação e elaboração desse trabalho.

Ao meu orientador e Professores Dr. Milton Bezerra das Chagas Filho, pelas discussões e pela boa vontade de ajudar sempre.

Ao meu coorientador M.Sc. Rodrigo Mendes Patrício Chagas, pelo esforço e comprometimento por este trabalho.

Ao meu orientador interno, Esp. Marco Aurélio de Teixeira e Lima, pelas valiosas lições ensinadas ao longo do curso.

A todos os professores que me muniram de aprendizado e lições preciosas durante esses anos.

A Tiago Coimbra Pinto e Jarbas Baptista Gonçalves que sempre com muita boa vontade muito me auxiliaram e foram essenciais para a finalização deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas, Maria Eduarda Silva Andrade, Lucas Lopes, Mateus Rodrigues da Costa e tantos outros, os quais, sempre, nos momentos mais difíceis estiveram ao meu lado.

Cada um teve sua participação na realização deste trabalho, e, por isso, resguardo um local de profunda admiração e respeito meus por vocês nesse trabalho.

*“Tudo que fizerem, seja em palavra seja em ação, façam-no em nome do Senhor Jesus, dando por meio dele graças ao Pai” Colossenses 3:17*

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma comparação entre dois métodos construtivos: método de construção convencional e paredes de concreto utilizando formas de alumínio. O trabalho tem a proposta de apresentar, em termos de: custo, mão de obra e produtividade – discussões e qual método é mais vantajoso. O método consiste em um estudo de caso comparando dois empreendimentos, um cuja construção foi feita através do método convencional, e o outro foi feito a partir do método de paredes de concreto moldadas in loco, utilizando formas de alumínio. Foi observado que o método de paredes de concreto, quando utilizado formas de alumínio, apresenta uma redução de 6,14% do custo total da obra, aliada a uma diminuição de mais da metade da mão de obra utilizada comparado ao método de construção convencional. Além disso, apresentou uma produtividade, maior que o dobro, quando comparado ao método de construção convencional. Logo, apesar do custo inicial das formas de alumínio ser alto, pode-se dizer que é vantajoso a aquisição das mesmas, principalmente quando se observa a longo prazo.

**Palavras chave: Paredes de concreto, formas de alumínio, estudo de caso, estudo comparativo.**

## **ABSTRACT**

This work presents a comparison between two constructive methods: conventional construction method and concrete walls using aluminum forms. The paper proposes to present, in terms of: cost, labor and productivity - discussions and which method is most advantageous. The method consists of a case study comparing two projects, one whose construction was done through the conventional method, and the other was made from the method of concrete walls molded in loco, using aluminum forms. It was observed that the concrete walls method, when using aluminum forms, presents a reduction 6,14% of the total cost of the work, together with a decrease of more than half of the used labor compared to the conventional construction method. In addition, it showed a productivity, more than double, when compared to the conventional construction method. Therefore, although the initial cost of aluminum forms is high, it can be said that it is advantageous to acquire them, especially when observed in the long term.

**Keywords: Concrete walls, aluminum forms, case study, comparative study.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo do uso de formas de alumínio. ....	11
Figura 2 – Concreto estrutural. ....	14
Figura 3 – Barras de aço utilizadas em estruturas de concreto armado. ....	15
Figura 4 – Formas para concreto armado. ....	16
Figura 5 – Tijolos cerâmicos. ....	16
Figura 6 – Exemplo de sapata de concreto armado. ....	17
Figura 7 – Viga em concreto armado. ....	18
Figura 8 – Exemplo de pilar de concreto armado. ....	18
Figura 9 – Exemplo de alvenaria de vedação. ....	19
Figura 10 – Esquema estrutural de um edifício. ....	19
Figura 11 – Exemplo do uso de formas metálicas, nesse caso de alumínio. ....	22
Figura 12 – Exemplo da armadura para o método de paredes de concreto. ....	22
Figura 13 – Radier preparado para concretagem. ....	24
Figura 14 – Radier após a concretagem. ....	25
Figura 15 – Estrutura de bloco feita em paredes de concreto. ....	25
Figura 16 – Residencial Dona Lindu III. ....	27
Figura 17 – Planta baixa do Residencial Dona Lindu III. ....	28
Figura 18 – Fachada de bloco tipo do Residencial Dona Lindu III. ....	28
Figura 19 – Planta baixa de bloco tipo do Residencial Dona Lindu III. ....	29
Figura 20 – Vista panorâmica da construção do Residencial Sol Nascente. ....	30
Figura 21 – Planta baixa do Residencial Sol Nascente. ....	30
Figura 22 – Fachada de bloco tipo do Residencial Sol Nascente. ....	30
Figura 23 – Planta baixa de bloco tipo do Residencial Sol Nascente. ....	31
Figura 24 – Fluxograma de atividades do trabalho. ....	31



## LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 01 – Tipos de concreto recomendados no uso da metodologia de paredes de concreto. ....	25
Tabela 02 – Correção e extrapolação dos custos do Residencial Dona Lindu III. ....	35
Tabela 03 – Custo da construção do Residencial Dona Lindu III. ....	35
Tabela 04 – Custo da construção do Residencial Sol Nascente. ....	36
Tabela 05 – Mão de obras nos empreendimentos Dona Lindu III e Sol Nascente. ....	36
Tabela 06 – Produtividade dos empreendimentos: Residencial Sol Nascente e Residencial Dona Lindu III de concreto. ....	37
Tabela 07 – Comparação entre os dois cenários apresentados. ....	39
Gráfico 01 – Diferença de custo entre o cenário 1 e o cenário 2. ....	40
Gráfico 02 – Número médio de pessoas na obra. ....	41
Gráfico 03 – Produtividade nas duas obras. ....	42

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 Principais materiais do método construtivo convencional .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.3 Principais elementos do método construtivo convencional .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.4 Pontos positivos do método construtivo convencional .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.5 Pontos negativos do método construtivo convencional .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Paredes de concreto utilizando formas de alumínio.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.1 Normalização .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.2 Principais materiais do método construtivo de parede de concreto utilizando formas de alumínio.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3 Principais elementos do método construtivo de parede de concreto utilizando formas de alumínio.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.4 Pontos positivos .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.5 Pontos negativos .....</b>	<b>26</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Materiais .....</b>	<b>27</b>
<b>Residencial Dona Lindu III .....</b>	<b>27</b>
<b>Residencial Sol Nascente.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Métodos .....</b>	<b>31</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Custo dos empreendimentos .....</b>	<b>34</b>

<b>4.2 Mão de obra nos empreendimentos .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3 Produtividade em cada empreendimento .....</b>	<b>36</b>
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1 Custo dos empreendimentos .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2 Mão de obra nos empreendimentos .....</b>	<b>40</b>
<b>5.3 Produtividade dos empreendimentos .....</b>	<b>41</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado da construção, recentemente, entre os anos de 2009 até meados de 2014, sofreu o tão famoso “boom imobiliário” acarretado devido a adoção de políticas do governo que facilitaram a aprovação de crédito por parte dos bancos para aquisição de imóveis em todo território nacional. Devido a isso, novas tecnologias construtivas surgiram no país, com promessas de aumentar a produtividade e, conseqüentemente, reduzir custos e prazos na construção dos imóveis.

Diante do exposto, cria-se uma necessidade, por parte das empresas, na busca por metodologias construtivas que não só atendam às expectativas do mercado, mas também sejam capazes de fornecer o melhor resultado. Uma delas foi a tecnologia de paredes de concreto, utilizando-se formas de alumínio.

A tecnologia de formas de alumínio (figura 01) teve sua origem nos Estados Unidos e Canadá. As peças são formadas por painéis compostos por uma liga metálica, tendo como base o alumínio, com o fim de diminuir o peso do material. Estas possuem um peso médio de 30 kg, o que facilita o transporte manual das formas.

O que põe em questão a utilização de tal método é o valor relativamente alto das formas, sendo necessária a repetição do serviço para que seu uso seja vantajoso para a empresa. Então, diante do cenário incerto da economia nacional, muitas empresas optam por alugar, ao invés de comprar, pois não há previsibilidade sobre a demanda do produto nos anos seguintes.

Figura 01: Exemplo do uso de formas de alumínio.



(Fonte: Google Imagens)

As formas de alumínio são mais utilizadas em construções de padrão popular, visto que este padrão possui uma demanda maior quando comparado aos padrões médio e alto. Seus principais atrativos são a redução de mão de obra aliado a agilidade do processo construtivo.

Dado a diversidade de métodos construtivos que estão disponíveis no Brasil, há uma importante questão acerca de qual deles é mais apropriado a fim de se aplicar na edificação do empreendimento de interesse. Logo, este trabalho propõe a comparação de dois desses métodos construtivos, o convencional – estruturas de concreto armado – alvenaria de vedação de blocos cerâmicos - e o de paredes de concreto utilizando formas de alumínio. Nesse sentido, buscou-se obter uma análise dessas duas técnicas quando comparadas entre si, levando em consideração: tempo de execução, mão de obra e o custo final. A abordagem será feita através de um estudo de caso, comparando dois condomínios, um feito pelo método convencional, e o outro com paredes de concreto utilizando-se formas de alumínio.

## **1.1 OBJETIVOS**

Neste tópico serão apresentados os objetivos deste trabalho.

### **OBJETIVO GERAL**

Obter uma análise comparativa da produtividade, custo e mão de obra acerca de duas metodologias construtivas: método convencional versus método de paredes de concreto utilizando formas de alumínio.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Verificar, dentre os métodos construtivos convencional e de paredes de concreto utilizando formas de alumínio, qual é financeiramente mais vantajoso.
- b. Comparar os recursos humanos utilizados nos métodos construtivos convencional e de paredes de concreto utilizando formas de alumínio.
- c. Identificar, dentre os métodos construtivos convencional e de paredes de concreto utilizando formas de alumínio, qual método é mais vantajoso do ponto de vista de produtividade.

## 1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A estrutura do trabalho encontra-se dividida em quatro capítulos:

-No capítulo 1 é feita uma breve introdução a respeito da metodologia construtiva das paredes de concreto que utiliza formas de alumínio, juntamente com uma justificativa que explica a razão pela qual este trabalho foi idealizado. Por fim, foi apresentado os objetivos gerais e específicos do trabalho.

- No capítulo 2 são apresentadas algumas literaturas que servirão como embasamento e que abordam o tema presente neste trabalho.

- No capítulo 3 o leitor terá conhecimento dos materiais e métodos utilizados para obtenção os resultados.

- No capítulo 4 são apresentados os resultados do trabalho.

- No capítulo 5 são realizadas discussões acerca dos resultados obtidos.

- No capítulo 6 são feitas as considerações finais do trabalho.

- No capítulo 7 são mostradas as referências bibliográficas do trabalho.

- No capítulo 8 são mostrados os anexos do trabalho.

Não é de objetivo deste trabalho adentrar nas partes técnicas de cada método, mas simplesmente apresentar de maneira geral e analisar a viabilidade financeira para a empresa que deseja usar qualquer um dos dois, apresentando, portanto, vantagens e desvantagens de cada método.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão encontra-se dividida em subseções para a melhor didática do conteúdo abordado. Serão apresentadas as normas regulamentadoras – NRs, bem como os principais materiais e elementos do método construtivo convencional e do método de paredes de concreto utilizando-se forma de alumínio, apresentando também alguns pontos positivos e negativos de cada sistema construtivo, avaliando-se as vantagens e desvantagens de cada método.

### 2.1 Estrutura convencional em concreto armado

#### 2.1.1 Normalização

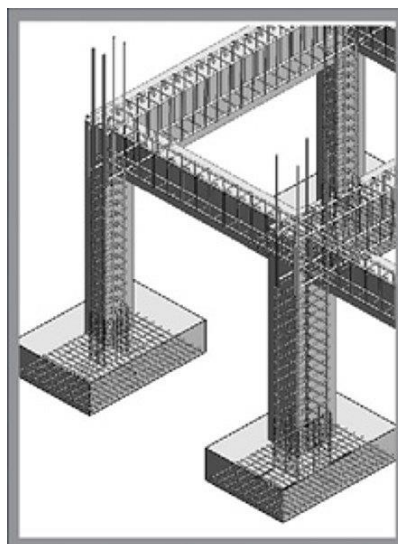
A norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, estabelece os requisitos gerais a serem atendidos pelo projeto como um todo, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma de suas etapas.

#### 2.1.2 Principais materiais do método construtivo convencional

##### A) Concreto

A NBR 6118:2014, define a expressão **concreto estrutural** (exemplificado na figura 02) como: “ Termo que se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural.”. Segundo Metha (1986) “o concreto é um material composto que consiste essencialmente de um meio aglomerante, dentro do qual estão mergulhadas partículas ou fragmentos de agregados (.).”.

Figura 02: Concreto estrutural.



(Fonte: Google Imagens)

## B) Armadura

A NBR 6118: 2014, define armadura passiva (mostrado abaixo na figura 03) como “Qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de protensão, isto é, que não seja previamente alongada.”. Segundo Libânio (2010) “Como o concreto simples apresenta pequena resistência a tração e é frágil, é altamente conveniente a associação do aço ao concreto, obtendo-se o concreto armado.”

Figura 03: Barras de aço utilizadas em estruturas de concreto armado.



(Fonte: Google Imagens)

## C) Formas

Formas (figura 04) são estruturas de caráter provisório com função de moldar o concreto em estado fresco. MISURELLI; MASSUDA, 2009 apud PINHEIRO D. T. P. (2010) faz uma breve consideração a respeito das formas:

*“ elas têm que resistir a todas as pressões do lançamento do concreto até que adquira resistência suficiente para a desforma. O projeto de forma deve abordar o detalhamento dos seguintes itens: Posicionamento dos painéis, equipamentos auxiliares, peças de travamento e prumo, escoramento e sequência de montagem e desmontagem. ”*



Figura 04: Formas para concreto armado.



(Fonte: Google Imagens)

#### **D) Blocos cerâmicos**

Os blocos cerâmicos (figura 05), são um dos componentes básicos de qualquer construção de alvenaria. São usados fundamentalmente para a vedação de ambientes, por se tratar de ótimos isolantes térmicos e acústicos.

Figura 05: Tijolos cerâmicos.



(Fonte: Google Imagens)

## E) Argamassa

As argamassas são misturas compostas geralmente por: cimento, cal hidratada, areia e água. A proporção entre eles varia de acordo com o uso na construção, a fim de se adquirir as características desejadas na argamassa. São usadas, de modo geral, para: rejuntamento de pisos, azulejos e pastilhas, assentamento de tijolos e blocos, e para acabamento de superfícies.

### 2.1.3 Principais elementos do método construtivo convencional

- **Fundação**

Fundações são elementos estruturais cuja função é transmitir as ações atuantes na estrutura à camada resistente do solo. Os elementos estruturais de fundações (figura 06) devem apresentar resistência adequada para suportar as tensões geradas pelos esforços solicitantes.

Figura 06: Exemplo de sapata de concreto armado.



(Fonte: Google Imagens)

- **Lajes**

De acordo com Libânio (2003) ‘‘Lajes são elementos planos, em geral horizontais, com duas dimensões muito maiores que a terceira, sendo esta denominada espessura. A principal função das lajes é receber os carregamentos atuantes no andar, provenientes do uso da construção (pessoas, móveis e equipamentos), e transferi-los para os apoios. [...] Nos edifícios usuais, as lajes maciças têm grande contribuição no consumo de concreto: aproximadamente 50% do total.’’.

- **Vigas**

A NBR 6118:2014, no item 14.4.1.1 diz a cerca de vigas: “elementos lineares em que a flexão é preponderante.”. De acordo com Santos (2017) “Elemento linear é aquele em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominado “barra””.

Figura 07: Viga em concreto armado.



(Fonte: Google Imagens)

- **Pilares**

Segundo a NBR 6118/14, item 14.4.1.2: “Pilares são “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes””. Na figura 08 pode-se observar exemplos de pilares.

Figura 08: Exemplo de pilar de concreto armado.



(Fonte: Google Imagens)



- **Alvenaria**

A alvenaria (figura 09) é um elemento vertical responsável primordialmente por vedar e separar espaços. Também tem a função de isolar os ambientes térmica e acusticamente. Mecanicamente falando, a alvenaria deve suportar o impacto de uma pessoa se chocando contra ela, a fim de garantir a segurança dos usuários da edificação.

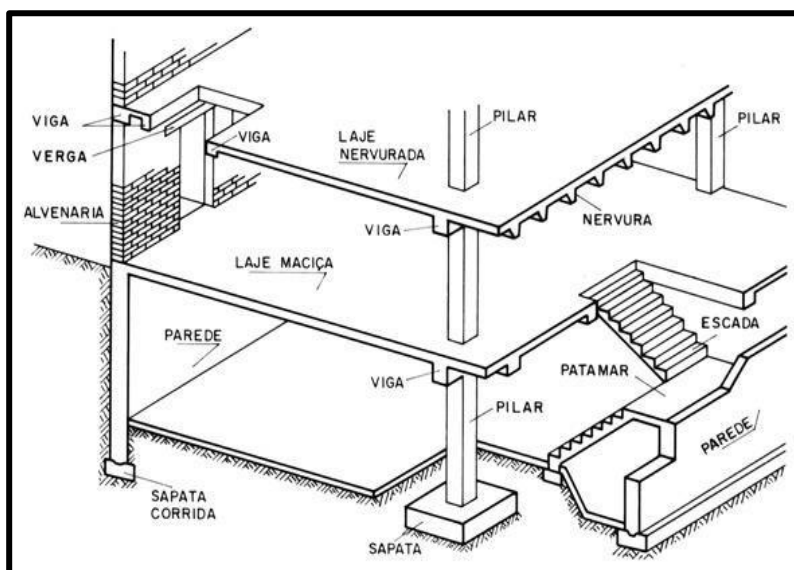
Figura 09: Exemplo de alvenaria de vedação.



(Fonte: Google Imagens)

Abaixo (figura 10) encontra-se um esquema com todos os elementos estruturais utilizados na realização de um edifício de concreto armado.

Figura 10: Esquema estrutural de um edifício.



(Fonte: Delatorre. 2014)

#### **2.1.4 Pontos positivos do método construtivo convencional**

- O concreto armado tem uma elevada resistência à compressão em comparação aos outros materiais de construção;
- Devido à armação, o concreto armado também pode suportar uma boa quantidade de esforços de tração;
- O custo de manutenção do concreto armado é muito baixo;
- Uma estrutura em concreto armado pode ser moldada de diversas maneiras e formatos;
- Exige mão de obra menos qualificada para sua execução, em comparação com outros métodos construtivos;
- Boa resistência ao fogo e ao tempo;
- Boa resistência ao desgaste mecânico como choques e vibrações;
- Grande disponibilidade de material e mão de obra;
- Oferece bastante versatilidade e flexibilidade;
- Maior facilidade e baixo custo na execução da alvenaria.

#### **2.1.5 Pontos negativos do método construtivo convencional**

- A resistência à tração do concreto armado é cerca de um décimo da sua resistência à compressão;
- Por ser muitas vezes produzido *in loco*, a resistência final do concreto pode ser afetada devido a erros durante os processos de mistura e cura;
- O concreto armado utiliza-se de formas de madeira, encarecendo o projeto;
- Possui baixa produtividade relativa durante a execução;
- Necessidade de revestimento adicional devido à baixa porosidade;
- Uma estrutura de concreto armado gera muitos resíduos e lixos de construção;
- A demolição de uma estrutura em concreto armado é de difícil execução, podendo ser inviáveis devido ao custo.

## **2.2 Paredes de concreto utilizando formas de alumínio**

### **2.2.1 Normalização**

Embora o sistema construtivo de paredes de concreto já venha sendo utilizado há mais de trinta anos no Brasil, até o início dos anos 2000 não se havia uma norma regulamentadora que norteasse a construção de elementos construtivos dispostos por paredes de concreto moldadas no local, seja utilizando formas de alumínio ou qualquer outro tipo de forma. Em 2012, no entanto, foi publicado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 16.055:2012 Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos que normatiza o dimensionamento e execução do sistema no Brasil.

### **2.2.2 Principais materiais do método construtivo de parede de concreto utilizando formas de alumínio**

#### **A) Formas**

São estruturas de caráter provisório com função de moldar o concreto em estado fresco. MISURELLI; MASSUDA, 2009 apud PINHEIRO D. T. P. (2010) faz uma breve consideração a respeito das formas:

*“ elas têm que resistir a todas as pressões do lançamento do concreto até que adquira resistência suficiente para a desforma. O projeto de forma deve abordar o detalhamento dos seguintes itens: Posicionamento dos painéis, equipamentos auxiliares, peças de travamento e prumo, escoramento e sequência de montagem e desmontagem.”*

- **Formas metálicas**

Utilizam quadros e chapas metálicas. O material mais usado é o alumínio, por ser mais leve e resistente. Outro material usado nesse tipo de forma é o aço. Apesar do custo mais elevado, podem ser reutilizadas cerca de 1000 vezes (ABCP, 2007). A figura 11 exemplifica o uso das formas metálicas.

Figura 11: Exemplo do uso de formas metálicas, nesse caso de alumínio.



(Fonte: Google Imagens)

## B) Armação

A armadura presente no método de paredes de concreto (figura 12), seguem as diretrizes presentes nas normas da ABNT: NBR 7481:1990 e NBR 7480:96. Segundo a ABCP (2007) as armaduras devem resistir aos esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações das instalações hidráulicas, elétricas e de gás da edificação.

Figura 12: Exemplo da armadura para o método de paredes de concreto.



(Fonte: Google Imagens)

### C) Concreto

O concreto é o principal constituinte do sistema, logo deve ser dada uma atenção especial para esse material. Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2007) apud PINHEIRO D. T. P. (2010) são recomendados quatro tipos de concreto para o uso nesse sistema, segundo a tabela 1 abaixo:

Tabela 01: Tipos de concreto recomendados no uso da metodologia de paredes de concreto.

Tipo	Concreto	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Resistência mínima à compressão (MPa)	Tipologia usualmente utilizada
L1	Celular	1500-1600	4	Casa até 2 pavimentos
L2	Com agregado leve	1500-1800	20	Qualquer tipologia
M	Com alto teor de ar incorporado	1900-2000	6	Casa até 2 pavimentos
N	Convencional ou Auto-adensável	2000-2800	20	Qualquer tipologia

(Fonte: ABCP)

- **Concreto celular**

O concreto celular é preparado com agregados convencionais (areia e brita), cimento Portland, água e minúsculas bolhas de ar distribuídas uniformemente em sua massa. Por causa das bolhas de ar, adquire características como a baixa massa específica e o bom desempenho térmico e acústico.

- **Concreto com agregado leve**

Esse concreto é composto com agregados leves, tem características como bom desempenho térmico e acústico, mas levemente inferior aos concretos Tipos L1 e M.

- **Com alto teor de ar incorporado**

Tem características acústicas, térmicas e mecânicas parecidas às do concreto tipo L1, é usualmente utilizado em residências térreas e assobradas.



- **Convencional ou Auto adensável**

Tem duas principais características: Aplicação é muito rápida, feita por bombeamento e a mistura é extremamente plástica, dispensando o uso de vibradores. Além disso, pode alcançar valores de resistências a compressão superiores aos demais.

### **2.2.3 Principais elementos do método construtivo de parede de concreto utilizando formas de alumínio**

O método consiste na preparação da fundação, geralmente em radier, onde já se inclui componentes das partes elétrica e hidráulica. Após a realização da concretagem da fundação coloca-se as telas de aço das paredes junto com a tubulação elétrica presente nas mesmas. Em seguida monta-se a forma envolvendo as paredes, em seguida monta-se as formas da laje colocando a ferragem na laje, conforme projeto, finalizando com a concretagem. É um processo industrializado, que após o período de adaptação, se consegue obter altíssimos índices de produtividade.

- **Fundação**

A fundação mais decorrente no método de paredes de concreto é o radier, que deve ser construído com espaço excedente em relação à espessura dos painéis externos das fôrmas, permitindo o apoio e facilitando a sua montagem. Nas imagens abaixo (Figuras 13 e 14) mostram as fundações executadas no Residencial Sol Nascente.

Figura 13: Radier preparado para concretagem.



(Fonte: Autor)

Figura 14: Radier após a concretagem.



(Fonte: Autor)

- **Estrutura**

Os elementos que compõem a estrutura são basicamente as paredes e lajes, visto que nessa metodologia construtiva não há a presença de vigas ou pilares. A figura 15 mostra um dos blocos do condomínio que será analisado neste trabalho.

Figura 15: Estrutura de bloco feita em paredes de concreto.



(Fonte: Autor)

De acordo com SILVA (2011) apud MACÊDO J. S. (2016) as características típicas das estruturas de paredes de concreto são:

- A espessura das paredes e das lajes é de 10 cm;
- Paredes e lajes são armadas com tela de aço eletrossoldadas de malha quadrada de 100 mm e fios com diâmetro de 4,2 mm;
- Em geral a resistência à compressão do concreto, aos 28 dias, é de 25 MPa e a resistência mínima do concreto na desforma, a 14 horas, é de 3 MPa;
- A consistência especificada para o concreto é de  $22 \pm 2$  cm (slump test)

Também foram observados alguns pontos positivos e negativos em comparação ao método construtivo convencional.

#### **2.2.4 Pontos positivos**

- Velocidade de execução;
- Industrialização do processo de construção;
- Uso racional de materiais construtivos;
- Maior controle da qualidade dos produtos;
- Maior segurança no canteiro de obra (menos suscetibilidade à acidentes);
- Diminuição do número de mão de obra.

#### **2.2.5 Pontos negativos**

- Alto custo inicial das formas;
- Como as formas são moldadas para cada projeto, na maioria dos casos, não são reutilizáveis;
- Caso sejam necessárias reformas, os custos serão altos devido ao trabalho necessário para a quebra das paredes;
- Requer mão de obra mais especializada.



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão apresentados os materiais e métodos utilizados na pesquisa.

#### 3.1 Materiais

O estudo comparativo foi realizado através de um estudo de caso em dois condomínios residenciais, o Residencial Dona Lindu III construído com o método convencional e o Residencial Sol Nascente com o sistema construtivo de paredes de concreto, utilizando formas de alumínio.

#### Residencial Dona Lindu III

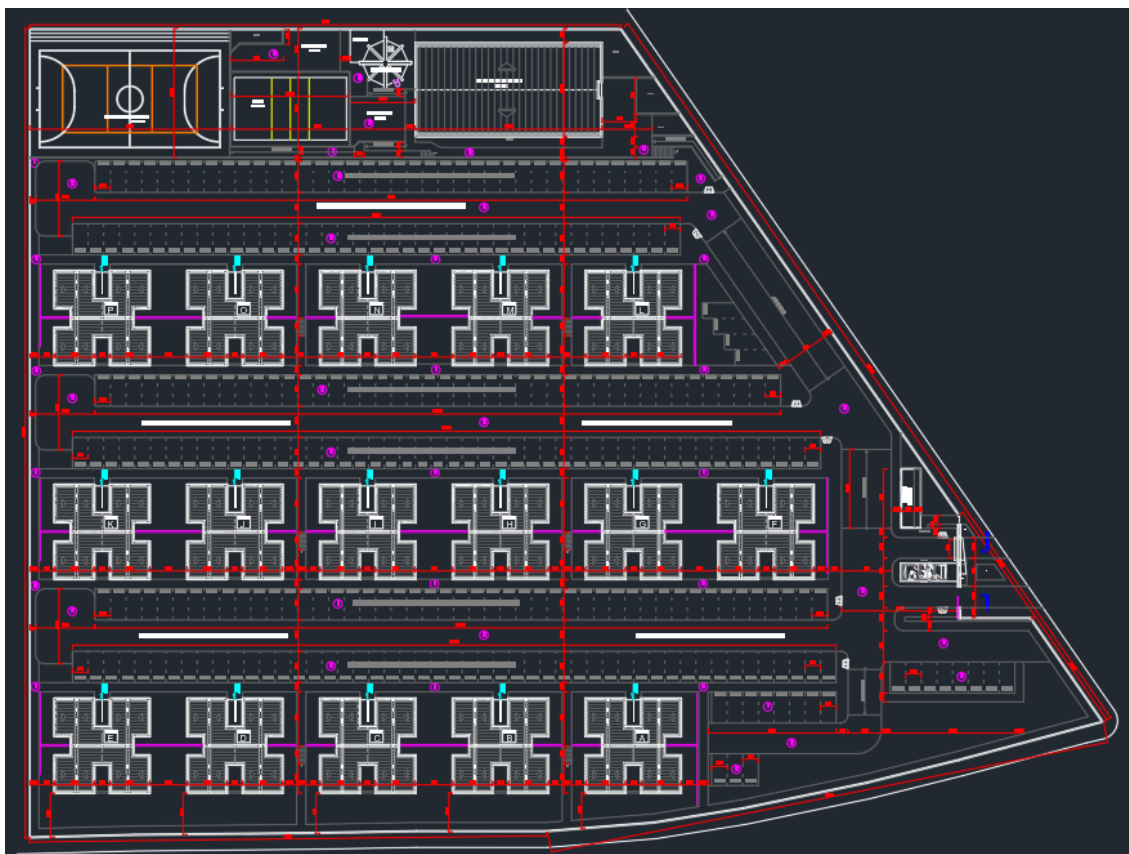
O residencial Dona Lindu III (Figura 16) é um condomínio de padrão popular composto por 288 unidades habitacionais divididos em 18 blocos localizado em Campina Grande – PB, no bairro de Bodocongó. Cada apartamento possui uma área de 44,59 m<sup>2</sup> e o condomínio possui área construída total de 19.137,16 m<sup>2</sup>. O condomínio foi construído em 2009 em um período de 18 meses. Encontram-se algumas imagens com vistas da planta baixa do condomínio, da fachada do bloco e da planta baixa do bloco nas figuras 17, 18 e 19, respectivamente.

Figura 16: Residencial Dona Lindu III.



(Fonte: Google Imagens)

Figura 17: Planta baixa do Residencial Dona Lindu III.



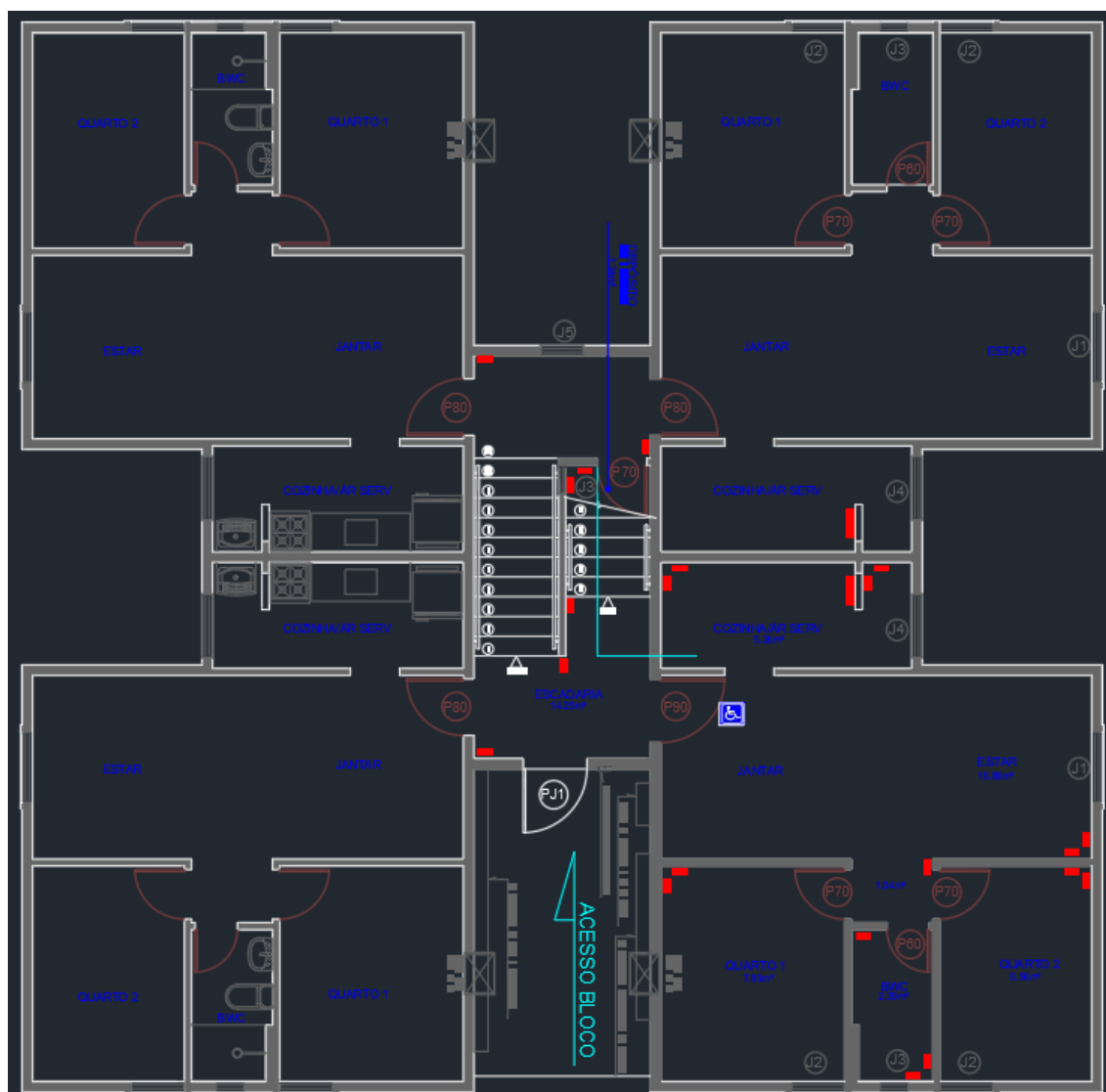
(Fonte: Construtora)

Figura 18: Fachada de bloco tipo do Residencial Dona Lindu III. Da direita para esquerda, tem-se: vista posterior, vista lateral e vista anterior.



(Fonte: Construtora)

Figura 19: Planta baixa de bloco tipo do Residencial Dona Lindu III.



(Fonte: Construtora)

### Residencial Sol Nascente

O residencial Sol Nascente (ilustrado na figura 20), em execução e com data prevista de entrega para junho de 2019, é um condomínio semelhante ao Dona Lindu III, no entanto, consta com 352 unidades habitacionais, divididos em 22 blocos iguais. Fica localizado também em Campina Grande - PB, no bairro do Itararé. Cada apartamento possui área de 45,91 m<sup>2</sup> e o condomínio apresenta área construída total de 23.725,69 m<sup>2</sup>. Abaixo encontram-se imagens da planta baixa do empreendimento, da fachada do bloco e da planta baixa do bloco nas figuras 21, 22 e 23 respectivamente.

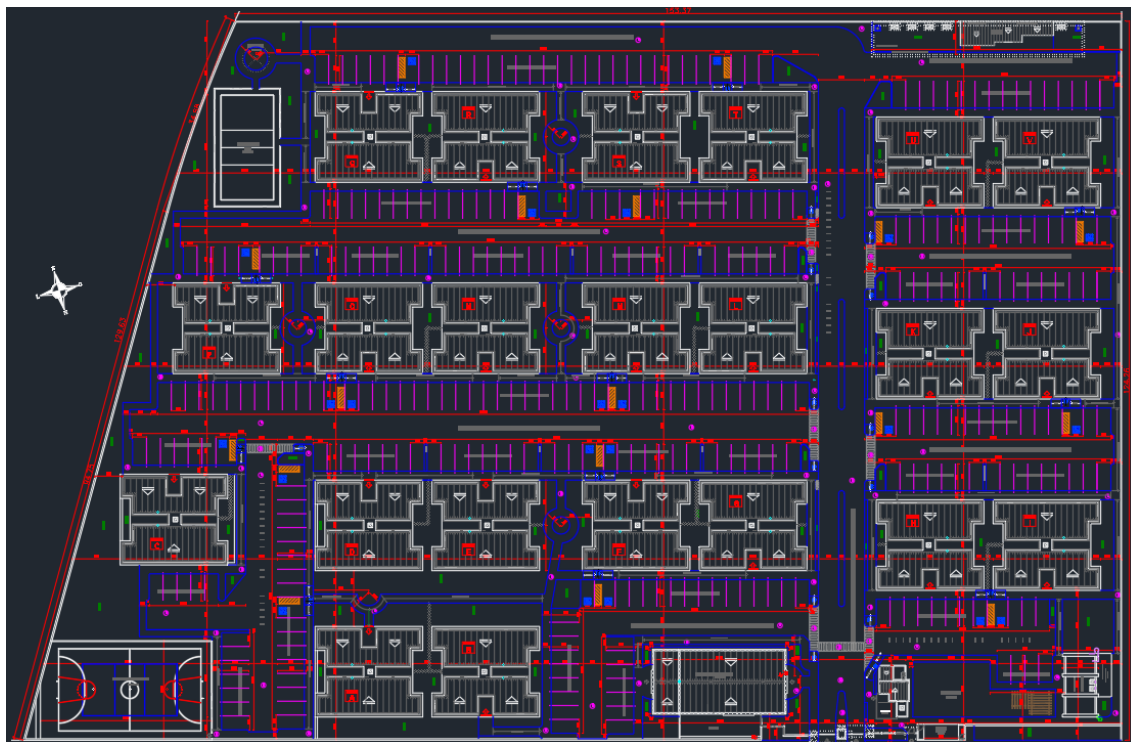


Figura 20: Vista panorâmica da construção do Residencial Sol Nascente.



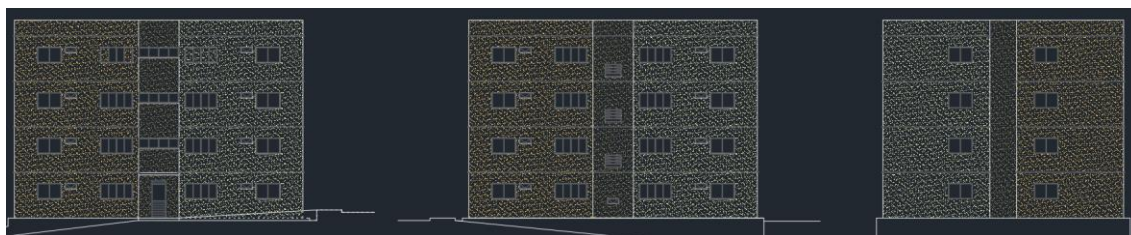
(Fonte: Autor)

Figura 21: Planta baixa do Residencial Sol Nascente.



(Fonte: Construtora)

Figura 22: Fachada de bloco tipo do Residencial Sol Nascente. Da direita para esquerda, tem-se: vista anterior, vista lateral e vista posterior.



(Fonte: Construtora)

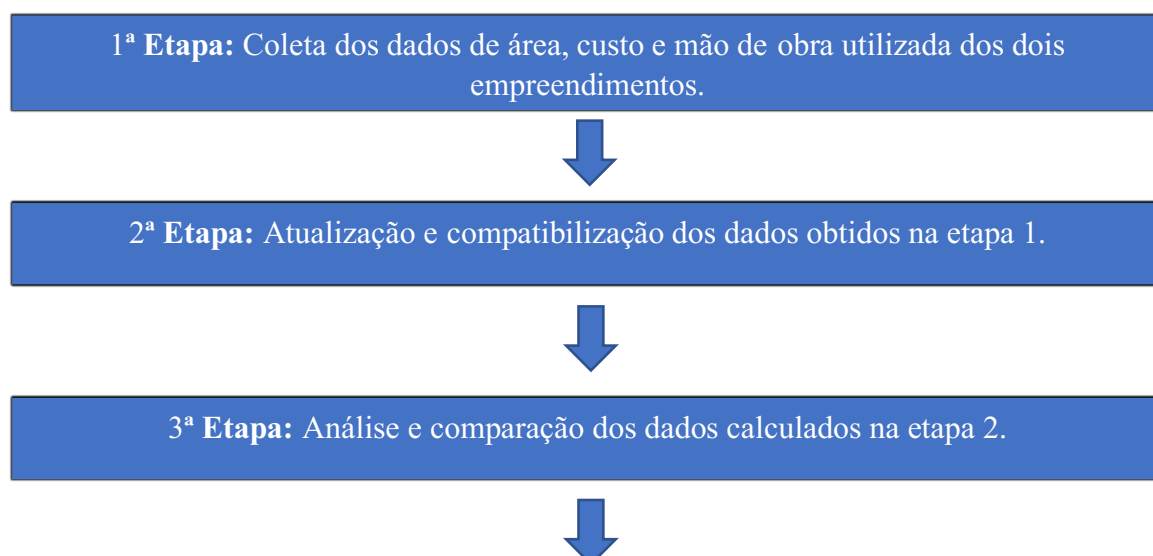
Figura 23: Planta baixa de bloco tipo do Residencial Sol Nascente.



(Fonte: Construtora)

### 3.2 Métodos

Foi realizado o estudo comparativo entre os dois empreendimentos nos quesitos da viabilidade financeira, mão de obra utilizada e produtividade. Conforme o fluxograma abaixo.





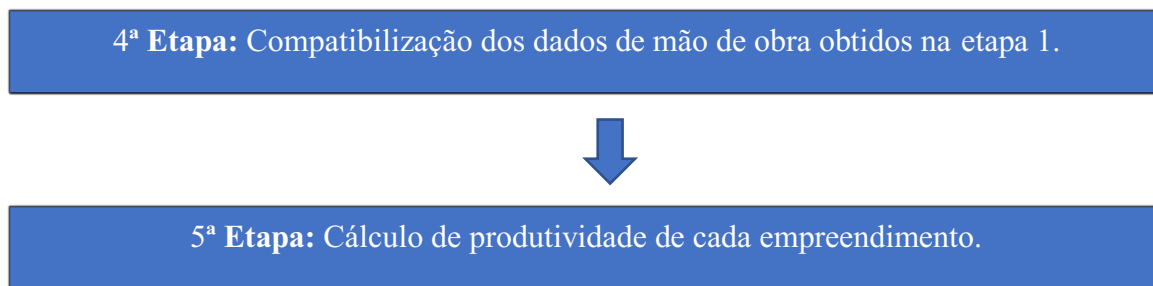


Figura 24: Fluxograma de atividades do trabalho.

Os itens relativos às etapas 1, 2 e 5 foram obtidos nos setores técnico e administrativo da empresa responsável pela realização dos empreendimentos.

- **1ª Etapa:** Obtenção dos dados das áreas construídas e das áreas de cada apartamento dos respectivos condomínios, apresentados anteriormente neste capítulo. Obtenção da quantidade de mão de obra requerida por cada empreendimento. Por fim, foi obtido os valores dos custos de cada empreendimento. Os itens considerados para avaliação do custo foram: materiais, mão de obra, encargos sociais, serviços terceirizados, preliminares de obra e serviços de infraestrutura.

- **2ª Etapa:** Em seguida foi feita a atualização do preço do residencial Dona Lindu III para a data atual, dado que a construção do condomínio foi finalizada no ano de 2009. Dessa forma, foi necessário um reajuste realizado através do INCC – Índice Nacional da Construção Civil, contabilizado do período de dezembro de 2009 até julho de 2018 (75,47%), conforme anexo A. Também foi realizada uma equivalência em relação às áreas construídas nos dois empreendimentos, visto que o Residencial Sol Nascente possui 4.588,53 m<sup>2</sup> de área construída a mais que o Residencial Dona Lindu III, o que representaria um custo significativamente maior. Logo, para eliminar essa disparidade, foi realizada uma extrapolação linear tomando como base as áreas construídas nos dois empreendimentos.

- **3ª Etapa:** Análise e comparação dos dados coletados referente aos custos gerais dos dois empreendimentos.

- **4ª Etapa:** Assim como foi realizado com o custo dos empreendimentos, foi feito uma compatibilização da mão de obra de acordo com a área construída dos dois respectivos residenciais, seguido da comparação do número de trabalhadores utilizada nos dois métodos construtivos.

- **5ª Etapa:** Cálculo da produtividade de cada empreendimento. Como a variável tempo é 18 meses para as duas obras analisadas, ela não vai interferir na comparação da produtividade da construção dos dois condomínios. Portanto, a produtividade foi calculada dividindo-se a área total construída nos dois residenciais, pelo número médio de funcionários no canteiro de obra de cada um, respectivamente. Seguido da análise e discussão da produtividade nas duas obras.

## 4. RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos.

### 4.1 Custo dos empreendimentos

O valor do custo da construção do Residencial Dona Lindu III, em 2009, foi de R\$ 11.694.875,25. Através do Índice Nacional da Construção Civil - INCC, foi feita a atualização (Tabela 02) do valor para a presente data (75,47%). Outra adaptação feita ao valor original foi a extrapolação realizada tomando como base a área total construída nos dois empreendimentos, a fim de equivaler os dois residenciais. A discriminação dos custos pode ser observada na tabela 03. Os valores das áreas construídas dos dois condomínios podem ser observados na tabela 05.

Tabela 02: Correção e extrapolação dos custos do Residencial Dona Lindu III.

Discriminação	Custo (R\$)
Original (2009)	11.694.875,25
Original + Correção	20.521.291,09
Original + Correção + Extrapolação	25.441.695,18

(Fonte: Autor)

- Residencial Dona Lindu III (valores extrapolados e atualizados pelo INCC)

Tabela 03: Custo da construção do Residencial Dona Lindu III.

Discriminação	Custo (R\$)
Materiais	8.573.911,46
Mão de obra	5.435.881,76
Encargos sociais	5.435.881,76
Serviços terceirizados (materiais + mão de obra terceirizada)	3.167.250,00
Preliminares de obra (materiais + mão de obra)	2.372.539,20
Serviços de infraestrutura	456.231,00
<b>Custo total</b>	<b>25.441.695,18</b>

(Fonte: Autor)

O valor do custo do Residencial Sol Nascente foi de R\$ 23.878.913,00. Foi adquirido dois jogos de formas de alumínio, pelo valor de R\$ 1.500.000,00, conforme indicado na tabela 04.

- Residencial Sol Nascente

Tabela 04: Custo da construção do Residencial Sol Nascente.

Discriminação	Custo (R\$)
Materiais	10.273.890,00
Mão de obra	3.804.635,90
Encargos sociais	3.804.635,90
Serviços terceirizados (materiais + mão de obra terceirizada)	3.167.250,00
Preliminares de obra (materiais + mão de obra)	2.372.539,20
Serviços de infraestrutura	456.231,00
<b>Custo total</b>	<b>23.878.913,00</b>
Custo das formas	1.500.000,00
<b>Custo total com as formas</b>	<b>25.378.913,00</b>

(Fonte: Autor)

#### 4.2 Mão de obra nos empreendimentos

Para se construir o Residencial Dona Lindu III, foram necessários, em média, 180 funcionários, chegando no máximo a 245 pessoas trabalhando no canteiro de obras. No entanto, para comparação é necessário fazer, assim como foi feito no custo, uma extrapolação linear, de modo que a mão de obra do Residencial Dona Lindu III fique compatível com a do Residencial Sol Nascente. A extrapolação também foi feita com base na área construída dos dois empreendimentos, resultando em um valor médio de 223 pessoas trabalhando no canteiro.

Para construir o Residencial Sol Nascente, estão atualmente na equipe cerca de 130 funcionários. Foi estimado pela construtora que a média do número de funcionários será de 102 pessoas.

Os resultados podem ser observados na tabela 05.

Tabela 05: Mão de obras nos empreendimentos Dona Lindu III e Sol Nascente.

Discriminação	Sol Nascente	Dona Lindu III	Dona Lindu III Corrigido
Área total construída (m <sup>2</sup> )	23.725,69	19.137,16	23.725,69
Número médio de funcionários no canteiro (pessoas)	102	180	223

(Fonte: Autor)

### 4.3 Produtividade em cada empreendimento

Como a variável tempo foi igual para as duas obras (18 meses), ela foi excluída da análise, logo, foram obtidos os valores da produtividade média do Residencial Sol Nascente e do Residencial Dona Lindu III, dividindo-se, a área total construída em cada empreendimento pelo número médio de funcionários no canteiro durante o período de realização das obras, segundo a tabela abaixo (Tabela 06).

Tabela 06 - Produtividade dos empreendimentos: Residencial Sol Nascente e Residencial Dona Lindu III.

Discriminação	Sol Nascente	Dona Lindu III
Área total construída (m <sup>2</sup> )	23.725,69	23.725,69
Número médio de funcionários no canteiro (pessoas)	102	223
Produtividade (m <sup>2</sup> /homem)	232,60	106,40

(Fonte: Autor)

## **5. DISCUSSÃO**

Através deste trabalho, foram obtidos resultados objetivando a comparação de dois métodos construtivos, através de um estudo de caso entre dois empreendimentos, um deles utilizando o método convencional e o outro fez uso do método de paredes de concreto utilizando formas de alumínio. A seguir serão apresentadas as discussões referentes aos resultados obtidos na seção anterior.

### **5.1 Custo dos empreendimentos**

Por se tratarem de empreendimentos semelhantes, tanto em projeto como em área útil dos apartamentos, não foram contemplados no presente trabalho o custo com o setor de vendas, valor de terreno, dentre outros custos agregados na construção de um empreendimento, pois o custo destas categorias é praticamente idêntico nos dois condomínios, não interferindo na comparação.

É válido salientar que os custos corrigidos do Residencial Dona Lindu III (corrigido de dez./2009 até jul./2018) podem diferir um pouco de um empreendimento exatamente igual que seja realizado atualmente, pois o índice utilizado para corrigir os valores não contempla, por exemplo, mudanças presentes nas legislações quanto ao uso de equipamento de proteção individuais (EPIs), que aumentou um pouco o custo em relação ao período em que foi construído o empreendimento. Também houveram algumas mudanças nos encargos, em que acarretou um aumento em relação ao período no qual o Residencial foi realizado.

Segundo a fabricante das formas de alumínio, pode-se reutilizar as formas aproximadamente 1.000 vezes. Foram adquiridos dois jogos de formas de alumínio pela construtora, cada jogo de forma abrange a concretagem de dois apartamentos, logo, em uma obra que possui 352 apartamentos, as formas foram utilizadas 88 vezes, considerando que as duas formas foram igualmente utilizadas. Observa-se que o número de vezes que as formas foram utilizadas na obra do Residencial Sol Nascente representa menos de 10% da capacidade atribuída pelo fabricante, um ponto positivo, pois possibilita a construção de mais 10 empreendimentos semelhantes, além do Residencial Sol Nascente.

Para comparação, foram criados dois cenários hipotéticos, um deles utilizando as formas de alumínio, até seu limite de utilização, ou seja, um total de onze empreendimentos idênticos ao Residencial Sol Nascente. E o outro utilizando o método

de construção convencional. Também serão feitos 11 empreendimentos semelhantes ao Residencial Dona Lindu III, com a diferenciação de possuir a mesma área construída do Residencial Sol Nascente (ou seja, utilizando os valores obtidos na tabela 03). São eles:

- 1) Uma empresa adquiriu as formas de alumínio utilizando em onze empreendimentos idênticos ao Residencial Sol Nascente. O valor das formas (R\$ 1.500.00,00) será acrescentado no primeiro empreendimento.
- 2) A empresa optou por não investir nas formas e, conseqüentemente, optou por continuar a construir usando o método convencional. Construindo onze empreendimentos semelhantes ao Residencial Dona Lindu III.

Baseado nos cenários 1 e 2 foram construídos uma tabela (tabela 07) e um gráfico (gráfico 01) a fim de representar a diferença de custos dos empreendimentos a medida que se constrói os onze empreendimentos.

Tabela 07 - Comparação entre os dois cenários apresentados.

Número de empreendimentos	Valor do custo - método utilizando formas de alumínio (R\$)	Valor do custo - método utilizando método tradicional (R\$)	Diferença de custos (R\$)	Diferença de custos acumulado (R\$)
1	25.378.913,00	25.441.695,18	62.782,18	62.782,18
2	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	1.625.564,36
3	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	3.188.346,54
4	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	4.751.128,72
5	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	6.313.910,90
6	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	7.876.693,08
7	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	9.439.475,26
8	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	11.002.257,44
9	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	12.565.039,62
10	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	14.127.821,80
11	23.878.913,00	25.441.695,18	1.562.782,18	15.690.603,98
Total	264.168.043,00	279.858.646,98	15.690.603,98	-
Média	24.015.276,64	25.441.695,18	-	-

(Fonte: Autor)

Gráfico 01 - Diferença de custo entre o cenário 1 e o cenário 2.



(Fonte: autor)

Logo, observa-se que, apesar do custo inicial das formas ser considerável, o sistema construtivo de paredes de concreto utilizando forma de alumínio, possui retorno financeiro no longo prazo, obtendo diminuição de 6,14% em relação ao custo total de obra, quando comparado ao método convencional de construção.

Pode-se, então, realizar uma estimativa do número de unidade habitacionais (usando como referência os projetos aqui apresentados) necessárias para viabilizar economicamente a aquisição das formas de alumínio.

Fazendo a diferença de custo entre os dois empreendimentos, tem-se:

$$1) \text{ Custo do Residencial Dona Lindu III} - \text{Custo do Residencial Sol Nascente} = \text{R\$ 1.562.782,18}$$

Dividindo o custo das formas pela diferença de custo dos empreendimentos mostrada no item anterior, obtêm-se um fator, que representa o quanto, tomando como base o Residencial Sol Nascente, precisa ser produzido para viabilizar o investimento nas formas.



$$2) \frac{\text{Custo das formas}}{\text{Diferença de custo entre os empreendimentos}} = \frac{1500000}{1562782,18} = 0,9598$$

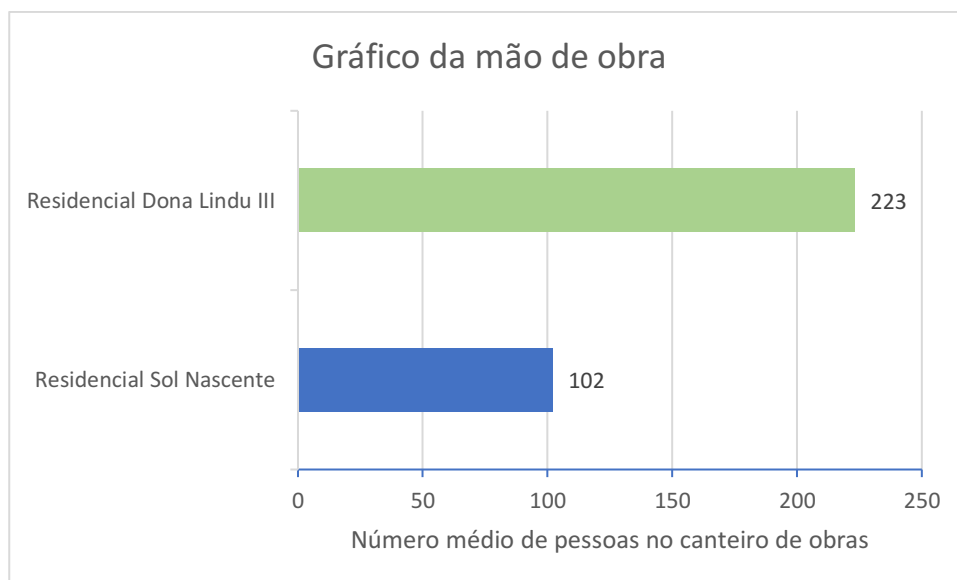
Logo, serão necessárias construir  $0,9598 \times 352$  unidades = 338 unidades habitacionais para que possa viabilizar o investimento na aquisição das formas de alumínio.

## 5.2 Mão de obra nos empreendimentos

Por se tratar de uma mão de obra mais especializada, os custos com mão de obra não seguem uma linearidade quando se compara a mão de obra utilizada no Residencial Sol Nascente com a mão de obra utilizada no Residencial Dona Lindu III, sendo mais especializada no primeiro deles.

Logo, obtêm-se a seguinte situação, mostrada no gráfico 02:

Gráfico 02 - Número médio de pessoas nas duas obras.



(Fonte: autor)

Diante do exposto, pode-se observar que o número médio de funcionários quando se utiliza a metodologia construtiva de paredes de concreto usando formas de alumínio possibilita a redução da mão de obra em mais da metade, quando comparada ao método de construção convencional, o que irá implicar diretamente no custo do empreendimento.

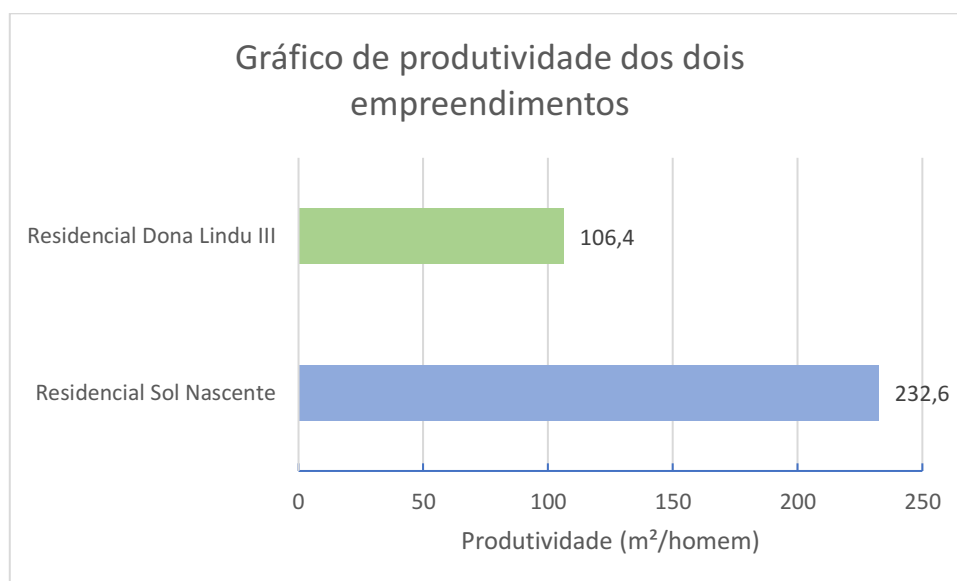
No entanto, outro fator fortemente influenciado pela redução da mão de obra, além do custo, é a facilidade de gerenciar a obra. É muito mais fácil controlar as atividades e a produtividade de 100 pessoas quando comparado com 220 pessoas que se tem no método

de construção convencional. Outro ponto válido para salientar é que: com a redução de pessoas trabalhando, há menos probabilidade de ocorrer acidentes e causas trabalhistas. O que segundo a empresa consultada, tem enorme peso na decisão por optar pelo uso das formas.

### 5.3 Produtividade dos empreendimentos

A produtividade apresentada em  $m^2/homem$  (Gráfico 03) retrata o quanto cada homem produziu, em termos de área construída, no final da construção do empreendimento.

Gráfico 03: Produtividade nas duas obras.



(Fonte: autor)

Graças à metodologia de paredes de concreto utilizando formas de alumínio, é possível atingir valores de produtividade maiores que o dobro, quando comparada ao método construtivo convencional. Isso porque há uma maior industrialização do processo construtivo, onde as formas de alumínio por si só, correspondem e substituem as etapas da alvenaria, pilares, vigas e laje do método convencional de construção, o que agiliza bastante a superestrutura da obra.

É importante salientar que o prazo originalmente concebido do Residencial Sol Nascente foi de 12 meses, podendo haver variações no custo quando comparado à construção em 18 meses. Ainda que, provavelmente, o custo da obra feita em 12 meses fosse levemente superior ao custo da obra feita em 18 meses (devido à perda de

produtividade quando se tem mais pessoas trabalhando), o retorno financeiro seria mais rápido, podendo, hipoteticamente, entregar um resultado para empresa superior quando comparado à construção da mesma obra em 18 meses. Para isso, há a necessidade de demanda do mercado imobiliário. Por razões comerciais, o prazo do Residencial Sol Nascente foi estendido para 18 meses, isso tudo de acordo com a construtora.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalmente, tem-se que o objetivo do trabalho foi realizado com êxito. A análise e comparação entre as duas metodologias construtivas foram feitas de modo a abranger os três principais tópicos propostos: custo, mão de obra e produtividade.

### 6.1 CONCLUSÕES

- Quanto à análise financeira: Verificou-se que o método construtivo de paredes de concreto utilizando formas de alumínio se mostra financeiramente mais viável, quando comparado ao método de construção convencional, principalmente quando voltado ao longo prazo, reduzindo o custo total da obra em 6,14%. Isso ocorre devido à diminuição que se tem no número de pessoas necessárias na execução de um projeto quando se utiliza as formas de alumínio como método construtivo.
- Quanto ao uso dos recursos humanos: Foram apresentados e analisados os recursos humanos necessários para a construção de um empreendimento nas duas metodologias construtivas, de maneira que, o método de paredes de concreto usando formas de alumínio necessita, em média, de 46% da mão de obra necessária no método construtivo convencional. Isso se dá devido a abrangência construtiva do método de paredes de concreto, de maneira que, ao efetuar a concretagem das formas, há, automaticamente, a concretagem do que corresponde aos pilares, paredes, vigas e lajes do processo construtivo convencional, possibilitando uma grande diminuição na mão de obra necessária para a construção.
- Quanto à produtividade: Por fim, foi apresentado a produtividade dada em  $m^2/homem$ , que representa o quanto de área construída foi realizada por pessoa dentro de um período de 18 meses (duração das obras). A produtividade pelo método das formas de alumínio se mostrou 118,6% superior a produtividade atingida pelo método convencional de construção.

Os resultados obtidos no presente trabalho são válidos para as condições apresentadas, de acordo com as variáveis consideradas (ver Capítulo 5).

## 6.2 SUGESTÕES

Ao final, outros estudos podem ser realizados a fim de complementar e aprofundar os tópicos abordados neste trabalho. Como sugestão pode-se citar:

- Analisar e comparar, de forma detalhada, as etapas construtivas que o método construtivo de paredes de concreto utilizando formas de alumínio abrange quando comparado às etapas correspondentes do método de construção convencional;
- Analisar os custos detalhados de cada etapa da construção (fundação, superestrutura, etc.) pelos dois métodos construtivos apresentados e compará-los; quantificar, por meio de trabalho de campo, a produtividade nos dois métodos construtivos abordados e compará-las.

## 7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, p. 4. 2014.

\_\_\_\_\_. NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, p. 74. 2014.

\_\_\_\_\_. NBR 16.055:2012 Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. 2012.

PINHEIRO D. T. P. Sistema construtivo parede de concreto – um estudo de caso. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. 2010.

SENDTKO A. F. Estudo comparativo de sistemas construtivos industrializados: paredes de concreto, steel frame e wood frame. p. 28. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland, 2007. Disponível em <<https://www.abcp.org.br>> Acesso em: 10 de setembro de 2018.

MACÊDO J. S. Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto moldadas no local. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - PB. 2016.

SANTOS P. S. B. VIGAS DE CONCRETO ARMADO. Capítulo 1. Pg. 1. Universidade Estadual Paulista. Campus de Bauru – SP. 2017.

LIBÂNIO M. PINHEIRO; CASSIANE D. MUZARDO; SANDRO P. SANTOS. Estruturas de concreto – capítulo 3. USP. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.set.eesc.usp.br/mdidatico/concreto/Textos/03%20Acos.pdf>>. Acesso em 02 out. 2018.

LIBÂNIO M. PINHEIRO; CASSIANE D. MUZARDO; SANDRO P. SANTOS. Notas de aula - lajes maciças - capítulo 11. UNICAMP-SP. Campinas, 2003. Disponível em: <[http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Lajes/Lajes\\_Macicas\\_EESC.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Lajes/Lajes_Macicas_EESC.pdf)>. Acesso em 02 out. 2018.

METHA P. K.; Monteiro P. J. M. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. Pini. [s.l.]: p.08, 1986.

DELLATORRE. L. A. Análise comparativa de custo entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional. P. 39. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS. 2014.

AECWeb. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/prod/e/sistema-de-formas-tiplumin\\_20016\\_32981](https://www.aecweb.com.br/prod/e/sistema-de-formas-tiplumin_20016_32981)>. Acesso em 10 out. 2018.

Oficina de textos. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/concreto-armado-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em 10 out. 2018.

O Sul. Disponível em: < <http://www.osul.com.br/empresa-lider-no-fornecimento-de-formas-para-concreto-e-escoramentos-metalicos-abre-filial-na-colombia/>>. Acesso em 10 out. 2018.

Jota Gê Tijolos. Disponível em: < <http://jotagetijolos.com.br/tijolo-e-blocao-em-santa-barbara-doeste/>>. Acesso em 10 out. 2018.

Máquinas de bloco. Disponível em: < <http://wmmaquinasdeblocos.com.br/tijolo-ou-bloco-de-concreto/>>. Acesso em 10 out. 2018.

Cimento Mauá. Disponível em: < <https://cimentomaua.com.br/blog/conheca-as-funcoes-da-sapata-de-concreto-e-seus-diferentes-tipos/>>. Acesso em 11 out. 2018.

Mapa da Obra. Votorantim Cimentos. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/como-construir-vigas-aereas-em-5-etapas/>>. Acesso em 11 out. 2018.

Catálogo digital de detalhamento da construção. Disponível em: <<https://cddcarqfeevale.wordpress.com/2012/07/11/lajes-nervuradas/>>. Acesso em 11 out. 2018.

Escola Engenharia. Disponível em: < <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>>. Acesso em 11 out. 2018.

Investlar Imóveis. Disponível em: < [http://www.investlar.net/empreendimento-detalhes.aspx?id\\_empreendimento=4882033](http://www.investlar.net/empreendimento-detalhes.aspx?id_empreendimento=4882033)>. Acesso em 12 out. 2018.

Lugar Certo . Disponível em: < [https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2015/04/12/interna\\_noticias,48714/construcoes-que-usam-formas-de-aluminio-para-concretagem-ganham-em-rapidez-e-productividade.shtml](https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2015/04/12/interna_noticias,48714/construcoes-que-usam-formas-de-aluminio-para-concretagem-ganham-em-rapidez-e-productividade.shtml) >. Acesso em 11 out. 2018.

**8. ANEXO****A)**

Tabela INCC de dez/2009 até julho/2018

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Acumulado anual
<b>2018</b>	0,31	0,13	0,24	0,29	0,23	0,97	0,61	-	-	-	-	-	2,81
<b>2017</b>	0,41	0,65	0,16	-0,02	0,63	0,93	0,30	0,36	0,06	0,31	0,31	0,07	4,24
<b>2016</b>	0,39	0,54	0,64	0,55	0,08	1,93	0,49	0,29	0,33	0,21	0,16	0,34	6,10
<b>2015</b>	0,92	0,31	0,62	0,46	0,95	1,84	0,55	0,59	0,22	0,36	0,34	0,10	7,49
<b>2014</b>	0,88	0,33	0,28	0,88	2,05	0,66	0,75	0,08	0,15	0,17	0,44	0,08	6,94
<b>2013</b>	0,65	0,60	0,50	0,74	2,25	1,15	0,48	0,31	0,43	0,26	0,35	0,10	8,09
<b>2012</b>	0,89	0,30	0,51	0,75	1,88	0,73	0,67	0,26	0,22	0,21	0,33	0,16	7,12
<b>2011</b>	0,41	0,28	0,43	1,06	2,94	0,37	0,45	0,13	0,14	0,23	0,72	0,11	7,48
<b>2010</b>	0,64	0,36	0,75	0,84	1,81	1,09	0,44	0,14	0,21	0,20	0,37	0,67	7,77
<b>2009</b>												0,10	0,10

(Fonte: Calculador de índices – INCC)