



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA EMPRESA DE PRÉ-ARMAÇÃO  
COM BASE EM LAJEADO: ESTUDO DOS PERFIS DE CONSUMO DO  
AÇO**

Jonas Gerhard Haas

Lajeado, novembro de 2016

Jonas Gerhard Haas

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA EMPRESA DE PRÉ-ARMAÇÃO  
COM BASE EM LAJEADO: ESTUDO DOS PERFIS DE CONSUMO DO  
AÇO**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – Etapa II, na linha de formação específica em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Me. Antônio Pregeli Neto

Lajeado, novembro de 2016

Jonas Gerhard Haas

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA EMPRESA DE PRÉ-ARMAÇÃO  
COM BASE EM LAJEADO: ESTUDO DOS PERFIS DE CONSUMO DO  
AÇO**

A Banca examinadora abaixo aprova o Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso - Etapa II, na linha de formação específica em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

---

Prof. Me. Antônio Pregeli Neto (orientador)  
Centro Universitário UNIVATES

---

Prof. Rodrigo Bertoldi  
Centro Universitário UNIVATES

---

Prof. Me. Márlon Augusto Longhi  
Centro Universitário UNIVATES

Lajeado, novembro de 2016

## **AGRADECIMENTOS**

Registro meu agradecimento a toda minha família, pela educação a mim dada e pelo apoio incondicional aos estudos.

A minha namorada Cheila Carolini da Silva, pelo incentivo e apoio dado durante o período de formação.

Também agradeço a empresa Ferros Castro LTDA, a qual teve grande participação nessa conquista.

Gratidão também ao Orientador Prof. Me. Antônio Pregeli Neto, pela dedicação na orientação deste trabalho, pelo incentivo e ensinamentos transmitidos.

Por fim, a todos os meus amigos, colegas e professores que contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado!

## RESUMO

Por ser grande absorvedora de mão de obra desqualificada, a construção civil pode ter maior produtividade caso utilize materiais com maiores níveis de industrialização. Neste contexto citam-se os 3 diferentes tipos de fornecimento de aço para a construção civil: fornecido em barras, cortado e dobrado e o pré-armado. O fornecimento pré-armado possui o maior nível de industrialização, pois os elementos estruturais são entregues pré-prontos, necessitando apenas fazer pequenos ajustes *in loco* para posicionar os elementos dentro das fôrmas. O objetivo principal deste trabalho é avaliar a viabilidade da implantação de uma empresa de pré-armação de aço, com base em Lajeado/RS, sob a ótica do custo de serviço, do custo logístico e de capacidade do mercado consumidor regional. A empresa a ser viabilizada é um novo segmento para uma empresa existente, a qual já possui o fornecimento de aço em barras e cortado e dobrado. Com isso, foram obtidos dados de fornecimento de aço em barras e aço cortado e dobrado do ano de 2015 desta empresa, a qual possui atuação regional. A pré-armação através do aço cortado e dobrado gera uma economia de aproximadamente 50% no custo do serviço, se comparado ao custo de serviço de pré-armação através de barras. A empresa terá viabilidade se obter o aço cortado e dobrado como matéria prima, e poderá ter melhores resultados se apresentar maior produtividade do que a existente na bibliografia consultada, uma vez que em ambiente fabril, com profissionais qualificados e com apoio de pontes rolantes, a produtividade tende a aumentar.

**Palavras-chave:** Fornecimento de aço. Pré-armação. Produtividade. Racionalização.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Laminação a quente.....	20
Figura 2 – Trefilação .....	21
Figura 3 – Fornecimento de aço em barras.....	25
Figura 4 – Fornecimento de aço cortado e dobrado.....	27
Figura 5 – Fornecimento de aço pré-armado .....	29
Figura 6 – Fluxograma das atividades relacionadas a armação do aço.....	34
Figura 7 – Produtividade, transformação de entradas e saídas .....	35
Figura 8 – Produtividade, transformação dos esforços em seus produtos finais.....	35
Figura 9 – Esquema da metodologia de trabalho .....	42
Figura 10 – Distribuição do fornecimento de aço cortado e dobrado por regiões, em 2015, com base nos volumes distribuídos a partir de Lajeado .....	48
Figura 11 – Distribuição do fornecimento de aço em barras por regiões, em 2015, com base nos volumes distribuídos a partir de Lajeado .....	49
Figura 12 – Consumo de aço por volume de concreto.....	52
Figura 13 – Custo total para pilares, por região .....	57
Figura 14 – Custo total para vigas, por região.....	58

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens e fatores restritivos da terceirização .....	40
---	----

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características das barras.....	22
Tabela 2 – Características dos fios .....	22
Tabela 3 – Diâmetro dos pinos de dobramento para armadura longitudinal .....	33
Tabela 4 – Diâmetro dos pinos de dobramento para estribo.....	33
Tabela 5 – Armadura de aço CA-50, corte, dobra e montagem – Unidade: Kg .....	37
Tabela 6 – Armadura de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado) – unidade: Kg.....	37
Tabela 7 – Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem – unidade: Kg .....	38
Tabela 8 – Distâncias médias a partir de Lajeado.....	50
Tabela 9 – Custo de combustível para as regiões (Ida e volta).....	51
Tabela 10 – Custo logístico total por dia (Combustível e motorista) .....	51
Tabela 11 – Produtividade para os serviços de pré-armação, armadura de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado) – Unidade: Kg .....	53

Tabela 12 – Custo de armador e ajudante de armador .....	53
Tabela 13 – Tempo para pré-armação de carga máxima .....	54
Tabela 14 – Custo de pré-armação para formatação de carga máxima .....	54
Tabela 16 – Tempo para pré-armação de carga máxima, em barras .....	55
Tabela 17 – Custo de pré-armação para formatação de carga máxima, em barras .....	56
Tabela 18 – Custo de pré-armação por massa de aço, em barras .....	56
Tabela 19 – Comparativo de custos de pré-armação e logístico para região metropolitana de Porto Alegre .....	59
Tabela 20 – Comparativo de custos de pré-armação e logístico para região da Serra .....	59
Tabela 21 – Comparativo de custos de pré-armação e logístico para região litorânea .....	59
Tabela 22 – Comparativo de custos de pré-armação e logístico para região do Vale do Taquari.....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Por cento
±	Mais ou menos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CA	Concreto armado
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
h	Horas
h/Kg	Hora por quilogramas
Hh	Homens x Hora
Kg	Quilogramas
Kg/m <sup>3</sup>	Quilogramas por metro cúbico
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
mm	Milímetros
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira
PIB	Produto Interno Bruto
RS	Rio Grande do Sul
Rup	Razão Unitária de Produção
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Tema .....	12
1.1.1 Delimitação do tema.....	13
1.2 Problema .....	13
1.3 Hipóteses .....	13
1.4 Objetivos .....	13
1.4.1 Objetivo geral .....	13
1.4.2 Objetivos específicos.....	14
1.5 Justificativa.....	14
1.6 Estrutura da pesquisa.....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 O concreto armado .....	16
2.2 Aços longos .....	18
2.2.1 Mercado.....	18
2.3 Aço destinado a armaduras para estrutura de concreto armado .....	19
2.3.1 Fornecimento de aço em barras, cortado e dobrado, pré-armado e em telas soldadas.....	23
2.3.2 Transporte.....	30
2.3.3 Processamento de barras e fios em obra .....	31
2.4 A produtividade da mão de obra.....	34
2.4.1 Razão unitária de produção .....	36
2.4.2 A terceirização de mão de obra .....	39
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
3.1 Metodologia científica.....	41
3.2 Metodologia de trabalho .....	42
3.3 Descrição do estudo de caso.....	42
3.3.1 Estudo dos custos logísticos.....	43
3.3.2 Estudo dos custos de pré-armação.....	44
<b>4 O ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>46</b>

<b>4.1 Perfis dos clientes.....</b>	<b>46</b>
<b>4.2 Custos logísticos .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3 Custos de pré-armação.....</b>	<b>51</b>
<b>4.3.1 Custos de pré-armação, aço cortado e dobrado .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.2 Custos de pré-armação, aço em barras .....</b>	<b>55</b>
<b>4.4 Análise dos custos apurados.....</b>	<b>56</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A – Fornecimento de aço cortado e dobrado por diâmetro nominal no ano de 2015 .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE B – Fornecimento de aço em barras por diâmetro nominal no ano de 2015.....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística apud CBIC (2016), a taxa de crescimento da indústria da construção civil, no segundo trimestre de 2015 foi de 10,6%, a qual teve baixa para 5,2% no quarto trimestre de 2015. No início do ano de 2016, a indústria da construção civil representava aproximadamente 9% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Essa queda brusca deve-se a crise imobiliária vivenciada pelos brasileiros.

Com a diminuição das construções, pode-se perceber que o mercado da construção civil precisa repensar seu modo de agir. É necessário planejar o empreendimento com bastante tempo, executar conforme o planejamento, ter controle de toda obra, sendo essencial adquirir materiais com boa qualidade e ter mão de obra especializada com alta produtividade. Esses fatores são essenciais para as empresas se manterem competitivas no mercado imobiliário.

As perdas, tanto físicas como financeiras, estão diretamente interligadas ao lucro final de um empreendimento. Para Souza (2005), em cada metro quadrado (m<sup>2</sup>) de edifício construído necessita-se de 1.000 Quilogramas (Kg) de materiais, percebendo-se um alto índice de desperdício. Este desperdício deve ser reduzido e, se possível, eliminado.

O aço tem destaque entre os materiais mais desperdiçados na parte da estrutura de concreto armado. Segundo Agopyan et al. apud Salim Neto (2009), o aço fornecido em barras representa uma perda de aproximadamente 10%.

Neste contexto citam-se os três diferentes fornecimentos de aço: aço em barras, aço cortado e dobrado e o pré-armado. Respectivamente, o primeiro fornecimento caracteriza-se por ser o mais utilizado e também o que mais gera perdas de aço; o segundo fornecimento destaca-se por ter ganhado grande aceitação na construção civil, não tendo perdas de aço e maior produtividade se comparado ao primeiro fornecimento de aço, pois é necessária apenas a montagem, neste caso; já o terceiro fornecimento de aço está em desenvolvimento no Brasil, ainda não sendo consolidado, mas é o que apresenta maior produtividade perante os demais, pelo fato de chegar pré-armado na obra.

Embora seja o fornecimento mais utilizado, o fornecimento em barras vem perdendo espaço para o aço cortado e dobrado e o pré-armado. As empresas de construção civil são grandes absorvedoras de mão de obra desqualificada, o que reflete diretamente na produtividade do corte e dobra de aço *in loco*. Por este fato, além da perda de material, as empresas da construção civil têm apostado na compra do aço cortado e dobrado e no pré-armado, os quais apresentam maior grau de industrialização, trazendo maior produtividade e gerando menor desperdício, acarretando em maior controle e qualidade da obra.

Este trabalho visa avaliar a viabilidade de uma empresa de pré-armação do aço, sob a ótica do custo de serviço e logístico e do ponto de visto do mercado, através da verificação dos dados de consumo de clientes de uma empresa fornecedora de aço e de serviços associados (corte e dobra) na região de Lajeado/RS. Esta empresa de pré-armação será um fornecimento de aço inovador para a empresa pré-existente, a qual possui apenas o fornecimento de aço em barras e aço cortado e dobrado.

## **1.1 Tema**

Estudo de viabilidade para uma empresa de pré-armação de aço com base em Lajeado/RS, através do estudo dos perfis de consumo do aço.

### **1.1.1 Delimitação do tema**

Este trabalho está delimitado às projeções de custos de serviços e logísticos do município de Lajeado e aos estudos de dados de consumo do aço e de serviços associados, de uma empresa fornecedora de aço com atuação regional. Com este estudo, busca-se avaliar a viabilidade de uma empresa de pré-armação de aço para os elementos estruturais pilares e vigas, com base em Lajeado/RS.

### **1.2 Problema**

É viável a instalação de uma empresa de pré-armação de aço, sediada em Lajeado/RS, sob os pontos de vista de custo e mercado?

### **1.3 Hipóteses**

- a) é viável a criação de uma empresa de pré-armação de aço com base em Lajeado/RS, sob o ponto de vista de custos de produção;
- b) é viável a criação de uma empresa de pré-armação de aço com base em Lajeado/RS, sob o ponto de vista de custos de logística;
- c) é viável a criação de uma empresa de pré-armação de aço com base em Lajeado/RS, sob o ponto de vista do mercado.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a viabilidade da implantação de uma empresa de pré-armação, para uma empresa existente de aço em barras e cortado e dobrado, sob a ótica do custo de serviço, do custo logístico e de capacidade do mercado consumidor regional.

### 1.4.2 Objetivos específicos

O objetivo geral será alcançado através do desenvolvimento dos objetivos específicos mencionados a seguir:

- a) verificar o perfil dos clientes consumidores de aço em barras e a quantidade consumida no período de um ano;
- b) verificar o perfil dos clientes consumidores de aço cortado e dobrado e a quantidade consumida no período de um ano;
- c) verificar se o fator logístico é determinante para a viabilidade da empresa;
- d) verificar quais os parâmetros de custos de produção e em que proporção estes afetam o fornecimento de aço pré-armado nos elementos estruturais de pilares e vigas.

### 1.5 Justificativa

A necessidade de construir possivelmente surgiu a partir da fixação de um homem a um local, o qual precisava se resguardar dos perigos da natureza. A partir disso, desenvolveu-se a atividade da construção civil através do surgimento de novos materiais e novas técnicas.

Com o avanço de novas tecnologias e novos materiais, a construção civil procurou constante evolução e aprimoramentos, tudo isso para garantir cada vez mais a melhor racionalização do canteiro de obras, para diminuição das perdas físicas e financeiras.

Ribeiro (2002, p. 7), descreve a racionalização “como sendo ações que visam substituir as práticas convencionais por tecnologias baseadas em sistemas que visam eliminar o empirismo das decisões”.

O mesmo autor compreende que o processo de racionalização é seguido da industrialização, pois se substitui a mão de obra artesanal e as tecnologias

artesanais por maquinários movidos por operários qualificados, visando também a economia da mão de obra não qualificada.

Estes fatores levam a construção civil a industrializar seus serviços e materiais, para assim conseguir uma melhor produtividade e, como consequência, ter melhores resultados financeiros.

## **1.6 Estrutura da pesquisa**

A pesquisa está estruturada em cinco capítulos. Após a introdução, no capítulo dois, intitulado Referencial Teórico, é apresentado primeiramente uma explanação sobre o concreto armado. Após, sobre aços longos e seu mercado; e, dentro deste contexto, insere-se o aço destinado a armadura para estrutura de concreto armado, apresentando os diferentes tipos de fornecimento de aço. Então comenta-se sobre transporte, seguido do processamento de barras e fios em obra. Finalizando o capítulo com o assunto de produtividade da mão de obra e a terceirização da mão de obra.

O terceiro capítulo discorre sobre os materiais e métodos utilizados no trabalho. Aborda-se como será realizada a pesquisa e quais os métodos que serão utilizados.

No quarto capítulo apresenta-se o estudo de caso com os resultados obtidos através dos estudos de mercado consumidor, custos logísticos e de serviço de pré-armação.

O quinto capítulo descreve as conclusões deste trabalho de conclusão de curso, com comentários sobre o estudo do caso proposto ao longo de toda descrição. E, ao final do trabalho, citam-se as referências bibliográficas utilizadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O concreto armado

O concreto armado é um material com grande aceitação no Brasil. Esta aceitação deve-se ao fato de termos um domínio enorme sobre o concreto armado, adaptando-se às necessidades econômicas e estruturais.

Segundo Fusco (2008), o concreto armado nasceu na França em 1849, onde o engenheiro francês Joseph Louis Lambot construiu um barco com esta nova tecnologia. No Brasil, a construção que marca o início da utilização do concreto armado é o conjunto de seis prédios em 1904, no Rio de Janeiro. Ainda para o autor, o concreto armado é composto basicamente por concreto simples e aço. Esta junção é necessária, pois o concreto possui baixa resistência à tração (cerca de 10% da sua resistência à compressão). Faz-se necessária a união com um material de alta resistência à tração, o aço.

Para Botelho e Marchetti (2004), quanto maior a aderência do concreto com o aço, melhor será o concreto armado. Os dois materiais precisam se unir para formar um conjunto único que dê boa resistência à compressão e à tração.

No entendimento de Fusco (2008), Carvalho e Figueiredo Filho (2012) o concreto armado apresenta as seguintes vantagens:

- a) a maioria dos materiais utilizados é encontrada facilmente;

- b) o concreto possui alta durabilidade natural, em virtude das suas propriedades físico-químicas;
- c) há alta resistência a choques e vibrações, bem como sua resistência ao fogo, fazem do concreto um excelente material;
- d) é possível utilizar o concreto nas mais diversas formas de construção;
- e) as técnicas de execução são dominadas no país;
- f) possibilita a utilização de pré-moldados, proporcionando maior rapidez e facilidade na execução;
- g) é um material durável.

Ainda para Carvalho e Figueiredo Filho (2012), o concreto armado apresenta as seguintes desvantagens:

- a) peso próprio muito elevado;
- b) reformas e adaptações são de difícil execução;
- c) é um material bom condutor de calor e som, fazendo necessária a utilização de outro material para sanar esses problemas;
- d) necessita de fôrmas e escoramentos.

Segundo Fajersztajn apud Salim Neto (2009), o concreto armado é muito utilizado no Brasil, sendo empregado nos mais diversos tipos de construções. Ainda para o autor, o conjunto da estrutura de concreto armado representa o custo de 20% em uma construção.

Este alto custo reflete no controle rigoroso dos materiais utilizados, bem como, na mão de obra.

## 2.2 Aços longos

No Brasil existem algumas usinas produtoras de aço. Algumas produzem os aços conhecidos como planos, que são chapas e bobinas. Outras usinas produzem os aços longos, que são barras, perfis, fio-máquina, vergalhões, arames e tubos sem costura.

As usinas produtoras de aço classificam-se conforme seu processo produtivo. São consideradas usinas integradas as que possuem três fases básicas: redução (o ferro se liquefaz, chamado de ferro gusa), refino (transformação do ferro gusa em aço, mediante queima de impurezas) e laminação (solidificação do aço, transformando em produto final). Já as usinas que possuem apenas as fases de refino e laminação são consideradas como semi-integradas, e estas possuem a particularidade de partirem de ferro gusa, ferro esponja ou sucata metálica para ser transformada em aço nas aciarias elétricas, ocorrendo após o processo de laminação (TAZINAFFO NETTO; SANTOS, 2009). As usinas que produzem vergalhões para construção civil são classificadas como longos aços ao carbono.

### 2.2.1 Mercado

O mercado de aço no Brasil é dominado por quatro grandes empresas: Arcelor Mittal, Gerdau, Usiminas e CSN. Estas empresas respondem por mais de 80% da produção total de aço. Segundo relatório setorial publicado por Datamark (2013), a Arcelor Mittal é a maior usina do país. A Gerdau vem na segunda colocação, seguida da Usiminas em terceiro, e em quarto a CSN.

Embora a Arcelor Mittal seja a maior usina do país, a Gerdau é responsável pela maioria da produção dos aços longos, e a Usiminas produz a maioria dos aços planos (sendo a maior fornecedora para a indústria automobilística brasileira), (DATAMARK; 2013).

Segundo o Instituto Aço Brasil (2014), a China foi responsável pela produção de 822,7 milhões de toneladas no ano de 2014, sendo a maior produtora de aço mundial. Neste mesmo ano, o Brasil produziu 33,9 milhões de toneladas de aço,

ficando como 9º maior produtor de aço mundial. Pode-se dizer que a produção anual brasileira equivale a 15 dias de produção chinesa.

A China destaca-se atualmente como grande produtora de aço. Por conta de sua enorme produção e o fato do mercado interno não absorver toda produção, ela exporta grande parte de sua produção. O Instituto Aço Brasil (2014) destaca que, no ano de 2000, o Brasil importava da China 12 mil toneladas, enquanto que, no ano de 2014, este valor subiu para 2,1 milhões de toneladas.

Ainda segundo o Instituto Aço Brasil (2014), a construção civil foi responsável por 36,7% do consumo de aço brasileiro no aço de 2014, seguida do setor automotivo que consumiu 22,2% do aço brasileiro.

O consumo brasileiro de longos aços ao carbono, no ano de 2014, foi de aproximadamente 10 milhões de toneladas (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014).

É notável que com sua enorme área territorial e população, o Brasil consome uma quantidade grande de vergalhão, o qual se destina para obras da construção civil.

### **2.3 Aço destinado a armaduras para estrutura de concreto armado**

É impossível imaginar o desenvolvimento das sociedades modernas sem a utilização do aço. Quanto maior a produção de aço, maior o desenvolvimento econômico de um país, podendo este ser um indicador de crescimento. O aumento do consumo do aço cresce proporcionalmente às construções diversas que o empregam, como, por exemplo, o aço destinado às armaduras de concreto armado.

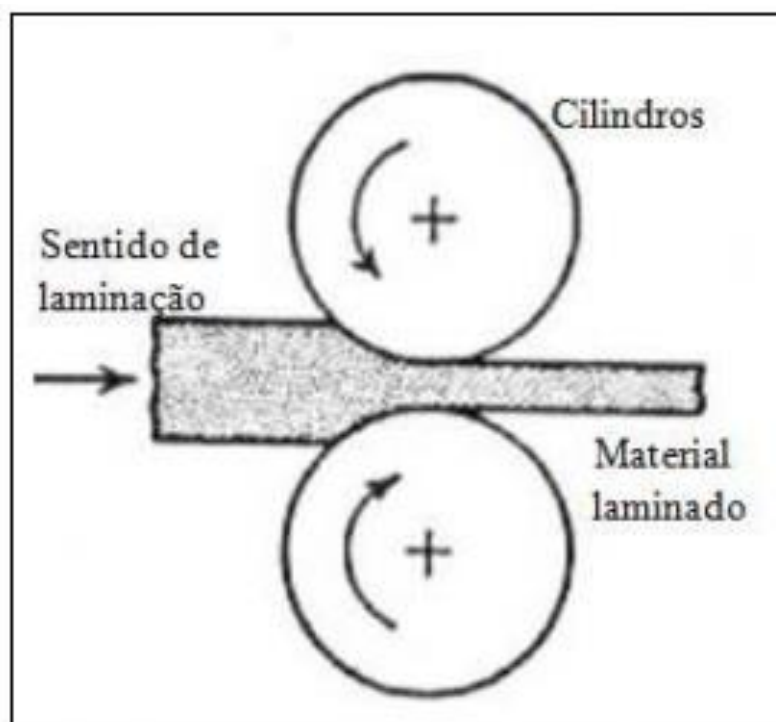
No Brasil, a norma que especifica este aço é a NBR 7480 (ABNT, 2007). Conforme a NBR 7480 (ABNT, 2007, p. 1), “esta norma estabelece os requisitos exigidos para encomenda, fabricação e fornecimento de barras e fios de aço destinados a armaduras para estruturas de concreto armado, com ou sem revestimento superficial”.

O aço é uma liga de ferro-carbono que contém de 0,008% até aproximadamente 2,0% de carbono. As barras e fios destinados a armadura normalmente possuem teor de carbono entre 0,08% e 0,5% (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012).

De acordo com a NBR 7480 (ABNT, 2007), classifica-se como barras os materiais produzidos por laminação a quente com diâmetro igual ou superior a 6,3 mm, e classificam-se como fios os materiais fabricados por trefilação ou laminação a frio com diâmetro igual ou inferior a 10 mm.

Segundo Nunes apud Daroit (2012), o processo de laminação a quente ocorre através da conformação mecânica do tarugo, quando este passa em dois cilindros que giram em sentidos opostos, conforme Figura 1. A conformação a quente é aquela realizada acima da temperatura de recristalização.

Figura 1 – Laminação a quente

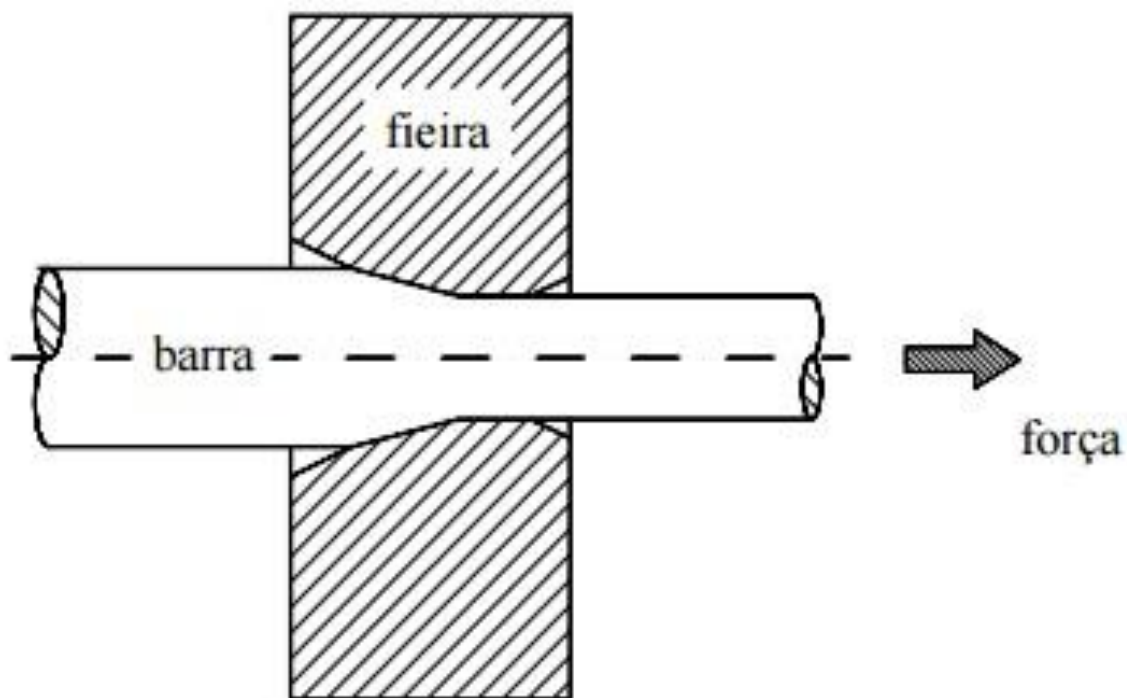


Fonte: Daroit (2012, p. 8).

Já o processo de trefilação, a conformação é realizada a frio, ou seja, ocorre abaixo da temperatura de recristalização. Este processo submete o aço a esforços de tração, forçando sua passagem de uma matriz cônica (conhecida como fieira), o

que reduz a área da seção transversal e aumenta o comprimento da peça (CORRÊA, 2004). A Figura 2 representa o processo.

Figura 2 – Trefilação



Fonte: Corrêa (2004, p. 30).

“Conforme o valor característico da resistência de escoamento, as barras de aço são classificadas nas categorias CA-25 e CA-50, e os fios de aço na categoria CA-60”, segundo a NBR 7480 (ABNT, 2007, p. 2). A categoria CA-25 possui a resistência característica de 250 Mega Pascal (MPa) e sua superfície é lisa; já a categoria CA-50 possui a resistência característica de 500 Mpa, sendo sua superfície obrigatoriamente com nervuras; por sua vez, a categoria CA-60 que possui resistência característica de 600 MPa podendo ter a superfície lisa, entalhada ou nervurada, de acordo com NBR 7480 (ABNT, 2007).

As Tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, às características das barras e às características dos fios.

Tabela 1 – Características das barras

Diâmetro nominal (mm)	Massa e tolerância por unidade de comprimento		Valores nominais	
Barras	Massa nominal Kg/m	Máxima variação permitida para massa nominal	Área de seção (mm <sup>2</sup> )	Perímetro (mm)
6,3	0,245	± 7%	31,2	19,8
8,0	0,395	± 6%	50,3	25,1
10,0	0,617	± 6%	78,5	31,4
12,5	0,963	± 5%	122,7	39,3
16,0	1,578	± 5%	201,1	50,3
20,0	2,466	± 5%	314,2	62,8
22,0	2,984	± 4%	380,1	69,1
25,0	3,853	± 4%	490,9	78,5
32,0	6,313	± 4%	804,2	100,5
40,0	9,865	± 4%	1256,6	125,7

Fonte: Adaptado NBR 7480 (ABNT, 2007).

Tabela 2 – Características dos fios

Diâmetro nominal (mm)	Massa e tolerância por unidade de comprimento		Valores nominais	
Barras	Massa nominal Kg/m	Máxima variação permitida para massa nominal	Área de seção (mm <sup>2</sup> )	Perímetro (mm)
2,4	0,036	± 6%	4,5	7,5
3,4	0,071	± 6%	9,1	10,7
3,8	0,089	± 6%	11,3	11,9
4,2	0,109	± 6%	13,9	13,2
4,6	0,130	± 6%	16,6	14,5
5,0	0,154	± 6%	19,6	15,7
5,5	0,187	± 6%	23,8	17,3
6,0	0,222	± 6%	28,3	18,8
6,4	0,253	± 6%	32,2	20,1
7,0	0,302	± 6%	38,5	22,0
8,0	0,395	± 6%	50,3	25,1
9,5	0,558	± 6%	70,9	29,8
10,0	0,617	± 6%	78,5	31,4

Fonte: Adaptado NBR 7480 (ABNT, 2007).

Usualmente, os diâmetros mais utilizados no dia-a-dia na construção civil são: 4,2 mm; 5,0 mm (estes em fios); 6,3 mm; 8,0 mm; 10,0 mm; 12,5 mm; 16,0 mm; 20,0 mm; 25,0 mm (estes em barras).

Após chegar ao canteiro de obras, o aço deve ser estocado em local adequado, para que suas propriedades físicas e mecânicas não sofram alterações.

A NBR 14931 (ABNT, 2004), esclarece a forma correta de armazenamento de aço. Segundo esta norma, o aço deve manter sua geometria e suas propriedades inalteradas enquanto estiver no canteiro de obras. A norma também sugere que todo aço recebido em obra seja identificado, para que não haja troca involuntária de diâmetros. Além disso, para evitar o contato com contaminantes (óleos, solo, graxas, entre outros), é necessário estocar o material de forma correta.

### **2.3.1 Fornecimento de aço em barras, cortado e dobrado, pré-armado e em telas soldadas**

Para melhor entendimento do trabalho, serão utilizadas algumas definições de Freire (2001):

- a) armação: Todas as atividades envolvidas na preparação e posicionamento do aço no interior da estrutura;
- b) armadura: É um conjunto de qualquer elemento estrutural, resultado do serviço de armação;
- c) peça: É uma unidade que se associada as demais, constituem a armadura;
- d) vergalhão: Barra ou fio de aço com 12 metros de comprimento;
- e) estribo: Peças necessárias para resistir aos esforços de cisalhamento, dispostas transversalmente;
- f) diâmetro nominal: Geralmente conhecido como bitola, é a seção transversal do fio ou barra, em milímetros.

Salim Neto (2009) menciona em seu trabalho que o aço pode ser fornecido nas seguintes formas: em barras, cortado e dobrado, pré-armado e em telas soldadas.

### **a) Aço fornecido em barras**

Por ser a forma mais conhecida em fornecimento de aço é, também, a mais utilizada até hoje. Este fornecimento é específico para aqueles que pretendem cortar, dobrar e montar os elementos estruturais seja no próprio canteiro de obras ou em uma central de armação (SALIM NETO, 2009).

Estas barras são fornecidas no comprimento de 12 metros (m), onde há uma tolerância de  $\pm 1\%$ , segundo a NBR 7480 (ABNT, 2007).

No entendimento do mesmo autor, as principais vantagens são:

- a) menor espaço para estocagem do aço (aço armazenado em baias);
- b) rapidez na conferência do aço (podendo ser conferido pela pesagem do caminhão).

A principal desvantagem deste tipo de fornecimento é a possibilidade de haver um alto índice de perdas, se comparado aos demais tipos de fornecimentos (SALIM NETO, 2009).

Para Souza (2005), a perda de material ocorre quando há a utilização excessiva do mesmo, portanto ser eficiente no uso dos recursos físicos gera uma redução da demanda de recursos financeiros.

A Figura 3 demonstra este tipo de fornecimento.

Figura 3 – Fornecimento de aço em barras



Fonte: Do autor (2016).

### **b) Aço cortado e dobrado**

Neste tipo de fornecimento, o aço é encomendado conforme detalhamento estrutural e é entregue para o cliente que recebe o aço cortado e dobrado de acordo com o pedido inicial, necessitando apenas estocar e montar a armadura (SALIM NETO, 2009).

Ainda para o autor, as vantagens deste tipo de fornecimento são:

- a) grau de industrialização alto, pois o serviço de corte e dobra do aço é feito em fábricas de corte e dobra;
- b) diminuição nas perdas de aço, pois ele é entregue no formato desejado, não precisando realizar cortes e dobras.

Carlott (2012) complementa dizendo que este sistema possui outras vantagens, além das citadas, que são:

- a) economia na construção, diminuindo o capital de giro, pois são programadas as entregas;
- b) eliminação de bancadas e equipamentos, o aço chega pronto para montar;
- c) facilidade na administração do estoque do aço em obra;
- d) diminui o risco de acidentes, elimina-se o processo de corte e dobra na obra;
- e) material dobrado conformes normas da ABNT;
- f) equipe especializada de assistência técnica;
- g) menor espaço utilizado no canteiro de obras, se comparado com o método de corte e dobra em obra.

O mesmo autor cita algumas desvantagens:

- a) gerenciamento das peças estruturais no canteiro de obra é dificultado, pois precisa ser separada por elemento estrutural (pilar, viga, laje);
- b) se ocorrer erro de planilhamento ou produção na fábrica, muitas vezes não há tempo hábil para fazer a substituição do material não conforme.

Neste tipo de fornecimento, o cliente recebe uma listagem com o aço encomendado, separado por etapa, para conferência do material.

Atualmente o aço cortado e dobrado tem uma grande aceitação por parte das construtoras e consumidores em geral, e a Figura 4 mostra como o aço é entregue neste tipo de fornecimento.

Figura 4 – Fornecimento de aço cortado e dobrado



Fonte: Do autor (2016).

### **c) Aço pré-armado**

Para Salim Neto (2009), este é o tipo de fornecimento de aço mais atual. Nesse sistema o aço é cortado e dobrado e após montado em uma fábrica, chegando pronto para ser colocado nas fôrmas.

Salim Neto (2009) destaca as vantagens deste tipo de fornecimento:

- a) maior grau de industrialização, devido ao material ser montado em fábrica;
- b) extingue-se a grande parte do processo de armação em obra;
- c) elimina-se a perda de aço, pois ele chega pronto para ser colocado nas fôrmas antes da concretagem.

Araújo apud Salim Neto (2009) complementa citando outras vantagens:

- a) Otimização na execução da estrutura;
- b) Aumento da qualidade das armaduras;
- c) Minimização de acidentes.

Salim Neto (2009) destaca que para se alcançar essas vantagens potenciais, este fornecimento precisa ser aperfeiçoado, pois ainda é pouco utilizado no Brasil.

Ainda segundo o autor, o aço pré-armado exige alguns cuidados especiais em relação a movimentação da armadura durante o seu transporte. A pré-armação precisa estar amarrada corretamente para evitar que as peças da armadura saiam de suas posições originais e, se a armadura tiver uma massa muito elevada, necessita-se estudar o caso. A Figura 5 representa o tipo de fornecimento.

Figura 5 – Fornecimento de aço pré-armado



Fonte: Do autor (2016).

#### **d) Aço fornecido em telas soldadas**

A norma que padroniza a produção de telas soldadas para concreto armado é a NBR 7481 (ABNT, 1990). Esta norma define o material como “armadura pré-fabricada, destinada a armar o concreto, em forma de rede de malhas retangulares, constituída de fios de aço longitudinais e transversais, sobrepostos e soldados em todos os pontos de contato, por resistência elétrica”, segundo a NBR 7481 (ABNT, 1990, p. 1).

Os diâmetros utilizados para os fios são de: 3,0mm; 3,2mm; 3,4mm; 3,6mm; 3,8mm; 4,0mm; 4,2mm; 4,5mm; 4,8mm; 5,0mm; 5,3mm; 5,6mm; 6,0mm; 6,3mm; 6,5mm; 7,0mm. A unidade de comercialização para este material é o metro quadrado, de acordo com a NBR 7481 (ABNT, 1990).

### **2.3.2 Transporte**

Na atualidade percebe-se que o transporte está diretamente relacionado ao desenvolvimento da civilização, auxiliando ao correto funcionamento da sociedade (RODRIGUES, 2011).

Rodrigues (2011) define o transporte como o meio ao qual se deslocam pessoas e pesos de um local para outro. Razzolini Filho (2012) complementa afirmando que, além do deslocamento, o transporte é definido pela capacidade em disponibilizar cada tipo de bem no momento e no lugar onde exista a demanda por ele.

Conforme Razzolini Filho (2012), a logística empresarial é substancial para o desenvolvimento de um país, pois propicia a evolução das empresas, potencializa processos que vão desde o recebimento até a expedição de pedidos de clientes, diminui estoque, reduz falta e possibilita o abastecimento nacional e internacional a preços competitivos.

Para Wanke e Fleury (2006), o transporte de cargas é o preponderante componente dos sistemas logísticos das empresas e sua importância pode ser medida pelos indicadores financeiros custo, faturamento e lucro.

Faria (2001) e Rodrigues (2011), afirmam que o transporte proporciona a movimentação de produtos entre os consumidores e as indústrias, exercendo uma das bases indispensáveis para o desenvolvimento econômico regional ou nacional, possibilitando a integração de regiões mais afastadas e gerando riquezas para o país.

Mesmo havendo uma forte procura de um determinado produto por diferentes regiões, o fator transporte pode inviabilizar uma região produtora. É necessário avaliar todas as variáveis envolvidas com o transporte, a fim de atender as complexas necessidades decorrentes das transações comerciais locais, regionais ou mesmo internacionais (RODRIGUES, 2011).

Segundo Alvarenga e Novaes (2000), os custos logísticos podem ser separados como diretos e indiretos. Os custos diretos estão ligados ao combustível gasto, ao motorista do veículo e ao custo de capital dos veículos. Já os custos indiretos estão relacionados aos setores de contabilidade, de vendas e de recursos humanos. Ainda segundo o autor, os custos diretos respondem acerca de 80 a 85% do total, e os indiretos de 20 a 15%.

O custo também pode ser dividido entre fixo e variável. Os custos fixos para um veículo de transporte rodoviário são o custo de capital e o seguro de veículo, pois estes não variam com a quilometragem percorrida. E os custos variáveis compreendem o custo de combustível, de pneus e do motorista do veículo, pois variam conforme a quilometragem percorrida (ALVARENGA; NOVAES, 2000).

### **2.3.3 Processamento de barras e fios em obra**

No processamento de barras e fios, ocorre o processo de corte e dobra *in loco*, quando o aço é adquirido em barras. Já quando se adquire o aço cortado e dobrado, necessita-se apenas fazer a armação *in loco*.

Segundo Freire (2001) é neste momento que barras e fios transformam-se em elementos estruturais. O aço é cortado e dobrado, dando origem as peças, para após montar as armaduras.

Para Freire (2001), o corte e dobra de aço pode ocorrer no local da concretagem ou fora do local final. Quando o corte e dobra do aço ocorre fora do local final, tem-se a pré-montagem da armadura. Esta técnica é bastante utilizada nas construções atualmente, só sendo deixada de lado quando existe dificuldade no transporte da armadura até o local final.

#### **e) Corte do aço**

Nesta etapa as barras e fios de aço são cortados de acordo com o projeto estrutural, respeitando a bitola e o comprimento. Os maquinários geralmente utilizados nos canteiros de obras são serras elétricas (policorte) e tesourões manuais (FREIRE, 2001).

Ainda para o autor, para manusear a serra elétrica é necessário que haja uma bancada para apoiar a serra e as barras de aço. Este equipamento demanda apenas um operador, sendo que geralmente são cortadas várias barras ou fios, simultaneamente. Para facilitar o serviço, o operador utiliza um prego ou giz para fazer a marcação e após realizar o corte.

O tesourão manual é um equipamento que corta uma barra ou fio por vez. É indicado para corte de aço com diâmetros reduzidos, o que gera menos produtividade.

A perda do aço está diretamente relacionada a perda dos recursos físicos, a qual deve ser evitada para ter melhor aproveitamento e evitar desperdícios (PALIARI, 1999).

Segundo Agopyan et al. apud Salim Neto (2009), em um estudo, em mais de 80 canteiros de obras, constatou-se que a média nacional de perdas do aço é de 10% para estruturas de concreto armado. A perda máxima encontrada foi de 16% e a mínima de 4%. O mau planejamento no corte das barras ou fios pode ser um grande indutor de perdas.

#### **f) Dobra do aço**

Após o corte das barras e fios, é necessário dobrar as peças que possuem geometrias diferentes das peças retas. As dobras podem ser feitas em bancadas

com o uso de dobradeiras mecânicas ou chaves de dobra. As bancadas são compostas de madeira e com pinos de aço, estes pinos são espaçados de tal forma que um pino apoia a peça e o outro é o ponto de giro (FREIRE, 2001).

A NBR 6118 (ABNT, 2014) relata os corretos pinos para dobramento de armadura longitudinal e estribo, conforme tabelas a seguir.

Tabela 3 – Diâmetro dos pinos de dobramento para armadura longitudinal

Bitola (mm)	Tipo de aço		
	CA-25	CA-50	CA-60
< 20,0 mm	4 Ø	5 Ø	6 Ø
≥20,0 mm	5 Ø	8 Ø	-

Fonte: Adaptado NBR 6118 (ABNT, 2014).

Tabela 4 – Diâmetro dos pinos de dobramento para estribo

Bitola (mm)	Tipo de aço		
	CA-25	CA-50	CA-60
≤ 10,0 mm	3 Ø	3 Ø	3 Ø
10 < Ø < 20	4 Ø	5 Ø	-
≥20,0 mm	5 Ø	8 Ø	-

Fonte: Adaptado NBR 6118 (ABNT, 2014).

Segundo Freire (2001), para obter a dimensão e o formato desejado, é necessário fazer marcação do trecho reto na bancada e após é utilizada a chave de dobra para finalizar a dobra da peça.

### **g) Pré-montagem e montagem**

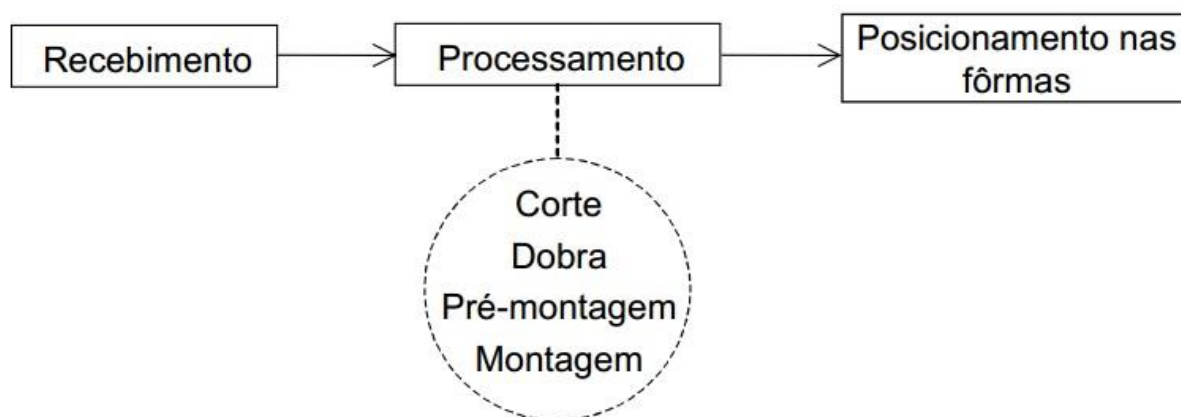
Assim que todas as peças foram cortas e dobradas, de acordo com o projeto estrutural, inicia-se o processo de montagem. Deve-se respeitar a geometria, bitola e espaçamento das peças. Para a união destas peças são utilizados arame recozido e torquês (FREIRE, 2001).

Os elementos estruturais podem ser pré-montados, quando são apoiados sobre cavaletes e amarrados com arame recozido, ou montados diretamente no local final, como ocorre no caso das lajes (FREIRE, 2001).

De acordo com Freire (2001), após montado os elementos estruturais, deve-se utilizar espaçadores (a maioria produzidos de plásticos) para respeitar o cobrimento das armaduras. Isto evita a patologia de corrosão do aço.

Freire (2001), apresenta um fluxograma das atividades relacionadas a armação do aço na Figura 6.

Figura 6 – Fluxograma das atividades relacionadas a armação do aço



Fonte: Freire (2001, p. 121).

## 2.4 A produtividade da mão de obra

Na construção civil muitos fatores interferem na execução de um determinado serviço, como, por exemplo, a disponibilidade de materiais e equipamentos e o pagamento de salário em dia. Estes fatores interferem diretamente na produtividade de qualquer funcionário.

Para Souza (2006), o setor da indústria da construção civil emprega quase quatro milhões de trabalhadores, sendo necessário investir no aprimoramento da mão de obra para aumentar sua eficiência. O autor relata que o caráter nômade do canteiro de obras é um grande problema, sendo a construção civil absorvedora de mão de obra desqualificada, com alta rotatividade de trabalhadores e baixos salários.

Conforme Souza (2006), o custo da mão de obra pode chegar a até 50% em uma construção, dependendo do tipo da obra e seu grau de industrialização. Perdas com mão de obra podem superar às perdas de materiais.

A perda da mão de obra está relacionada a perda de recursos financeiros, portanto quanto maior for esta perda, maior será o recurso financeiro utilizado (PALIARI, 1999).

A produtividade pode ser definida pela eficiência na transformação de entradas e saída (SOUZA, 2006).

Figura 7 – Produtividade, transformação de entradas e saídas



Fonte: Souza (2006, p. 24).

Utilizando esta definição, na construção civil pode-se dizer que a produtividade é a eficiência na transformação de esforços dos trabalhadores em seus produtos de construção (SOUZA, 2006).

Figura 8 – Produtividade, transformação dos esforços em seus produtos finais



Fonte: Souza (2006, p. 24).

Dentro deste contexto, citam-se os esforços dos armadores, gerando seu produto final após sofrer uma transformação.

No entendimento de Souza (2006), o estudo da produtividade subsidia a tomada de decisões, seja na sua etapa de concepção ou na sua utilização. Este estudo, por exemplo, pode aproximar-se de um tempo necessário para fazer certo serviço da obra.

#### 2.4.1 Razão unitária de produção

Muitas mudanças vêm ocorrendo na construção civil, houve avanços na qualidade e segurança dos serviços executados. As empresas estão buscando aumentar a eficiência da mão de obra e, para isso, estudam os fatores que influenciam a produtividade da mão de obra.

Existem diversas maneiras de medir a produtividade. Souza (2006) utiliza a razão unitária de produção (RUP). Este mensurador relaciona esforço humano, avaliado em Homens x hora (Hh), com a quantidade de serviço executado.

$$RUP = \frac{Hh}{\text{Quantidade de Serviço}} \quad (1)$$

Para esta equação, um valor baixo de RUP indica melhor produtividade do que um alto valor.

No serviço de armação de qualquer estrutura, utiliza-se a quantidade de serviço em massa (Kg) de aço.

O quadro de Composições de Preços Para Orçamentos (TCPO, 2012), apresenta uma base de dados que pode ser utilizada para orçamentos. Nestas composições, encontram-se informações sobre produtividade na armação do aço. Os dados são retirados de diversos canteiros de obras em todo o Brasil, e os valores fornecidos é uma média desses valores. A Tabela 5 apresenta os valores de produtividade no aço cortado, dobrado e montado *in loco*, para o aço CA-50, o qual diferente entre os elementos estruturais pilares, vigas e lajes. Portanto para o fornecimento em barras. Já a Tabela 6 retrata a produtividade para o aço fornecido

cortado e dobrado, precisando apenas realizar a montagem dos elementos estruturais.

Tabela 5 – Armadura de aço CA-50, corte, dobra e montagem – Unidade: Kg

Componentes	Unidade	Consumos		
		Local de aplicação		
		Pilares	Vigas	Lajes
		Ø da armadura		
		12,5 mm	10,0 mm	8,0 mm
Ajudante de armador	h	0,108	0,163	0,089
Armador	h	0,062	0,093	0,051
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 KW), capacidade de dobra para CA-25 até 32 mm e CA-50 até 25 mm - vida útil 20.000 h	h prod	0,0465	0,0697	0,0280
Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimento: 3 cm)	Unidade	4,7	7,3	11,4
Aço CA-50	Kg	1,10	1,10	1,10
Arame Recozido nº B18 BWG - 1,25mm	Kg	0,02	0,02	0,02

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Tabela 6 – Armadura de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado) – Unidade: Kg

Componentes	Unidade	Consumos		
		Local de aplicação		
		Pilares	Vigas	Lajes
		Ø da armadura		
		12,5 mm	10,0 mm	8,0 mm
Ajudante de armador	h	0,051	0,150	0,046
Armador	h	0,034	0,100	0,031
Serviço de corte e dobra industrializado para aço CA-50/60	Kg	1,00	1,00	1,00
Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimento: 3 cm)	Unidade	4,7	7,3	11,4
Aço CA-50	Kg	1,00	1,00	1,00
Arame Recozido nº B18 BWG - 1,25mm	Kg	0,02	0,02	0,02

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Tabela 7 – Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem – Unidade: Kg

Componentes	Unidade	Consumos		
		Ø da armadura		
		Até 5 mm	>5 mm até 7 mm	>7mm até 9,5 mm
Ajudante de armador	h	0,122	0,140	0,087
Armador	h	0,070	0,080	0,050
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5 hp (3,7 KW), capacidade de dobra para CA-25 até 32 mm e CA-50 até 25 mm - vida útil 20.000 h	h prod	0,0525	0,0600	0,0375
Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimto: 3 cm)	Unidade	15,200	14,900	8,100
Aço CA-50	Kg	1,100	1,100	1,100
Arame Recozido nº B18 BWG - 1,25mm	Kg	0,020	0,020	0,020

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Segundo a composição para armação do aço TCPO (2012), verifica-se que foi considerada a proporção 1 armador para 1 ajudante. Para perdas de material, no aço adquirido cortado e dobrado, foi considerada nula, tendo o índice 1. Já em contrapartida, o aço cortado e dobrado *in loco*, representa perda de 10%, apresentando o índice 1,1. As Tabelas 5 e 6 não consideram o tempo necessário para o transporte do aço dobrado até o local da montagem.

Quanto a produtividade, o aço adquirido cortado e dobrado é superior ao aço cortado e dobrado *in loco*. O armador que recebe o aço cortado e dobrado e necessita apenas fazer a armação, tem a produtividade de 0,034 h/Kg no elemento estrutural pilar e na bitola 12,5 mm. Em comparação, o armador que corte e dobra o aço *in loco*, possui produtividade de 0,062 h/Kg no mesmo elemento estrutural e bitola. Em resumo, para cada 1 hora de armação, adquirindo o aço cortado e dobrado, produz-se 29,41 Kg de armadura, e no corte e dobra *in loco*, no mesmo período, produz-se 16,13 Kg de armadura. Percebe-se que neste caso a produtividade praticamente dobra quando se adquire o aço cortado e dobrado (TCPO, 2012).

É notável que se o aço for adquirido pré-armado, todas as etapas de corte, dobra e armação do aço são desprezadas. Neste caso o consumidor final necessita

apenas colocar a armadura dentro das fôrmas e, se necessário, fazer pequenos ajustes.

#### **2.4.2 A terceirização de mão de obra**

No Brasil, está ocorrendo uma reestruturação industrial. Esta reestruturação ocorre através da inserção de novos padrões de gestão, sendo inspirados no “modelo japonês”. A gestão é caracterizada pela prática de qualidade total e terceirização (BORGES; DRUCK, 2002).

A terceirização da mão de obra está voltada para uma descentralização produtiva. Com isso as empresas concentram-se em seu negócio central e contratam outras empresas (terceiros) que são especializadas em atividades e serviços específicos.

Com a utilização da mão de obra terceirizada, ocorre a desintegração vertical. Termo que se refere a redução do tamanho da cadeia de atividades de uma empresa. Essa redução pode ocorrer tanto no nível produtivo quanto no nível administrativo, por meio de eliminação de processos (NETO, 1995).

Embora muitos sindicatos trabalhistas não defendam a terceirização dos serviços, esta é a forma mais visível da flexibilização de trabalho. As empresas utilizam contratos por tempo determinado, por prestação de serviço ou por tarefa, com o intuito de transferir os custos trabalhistas e as responsabilidades de gestão para a empresa contratada (BORGES; DRUCK, 2002).

Para Giosa (2003) e Ferraz (2006), a terceirização da mão de obra está associada a redução de custos para a empresa que adquire os serviços. Conforme Giosa (2003) e Ferraz (2006), a utilização da mão de obra terceirizada influencia nos resultados operacionais, o que contribui significativamente no aumento da produtividade.

Algumas vantagens e fatores restritivos podem ser citados na implantação da terceirização, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Vantagens e fatores restritivos da terceirização

<b>Vantagens</b>	<b>Fatores Restritivos</b>
- Desenvolvimento econômico	- Desconhecimento da alta administração
- Especialização dos serviços	- Resistência e conservadorismo
- Competitividade	- Dificuldade de se encontrar a parceria ideal
- Busca da qualidade	- Risco de coordenação dos contratos
- Controles adequados	- Falta de parâmetros de custos internos
- Aprimoramento no sistema de custeio	- Custo de demissões
- Esforço de treinamento e desenvolvimento profissional	- Conflito com os Sindicatos
- Diminuição do desperdício	- Desconhecimento da legislação trabalhista
- Valorização dos talentos humanos	
- Agilidade das decisões	
- Menor custo	
- Maior lucratividade e crescimento	

Fonte: Adaptado de Giosa (2003).

Segundo Alvarez (1996) e Giosa (2003), a terceirização é um caminho sem volta, mas ela necessita de confiança mútua entre contratante e contratado, onde o contratado tenta satisfazer ao máximo o contratante, com qualidade.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Metodologia científica

Para que a pesquisa científica apresente caráter sistemático empírico e crítico, deve-se utilizar uma metodologia capaz de transformar novas ideias em novos conhecimentos (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006).

A metodologia de pesquisa escolhida para a realização deste trabalho é a revisão bibliográfica e o estudo de caso, sendo esta última metodologia enquadrada tanto como quantitativa quanto qualitativa.

Segundo Yin (2005, p. 32), “o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Para Stoecker apud Yin (2005), o estudo de caso como estratégia de pesquisa é um método que contempla tudo, como a lógica de planejamento, a coleta de dados e também as abordagens específicas a análise dos mesmos, tornando-a uma estratégia de pesquisa abrangente. Segundo Gil (1991), o estudo de caso possui diversas vantagens, que são:

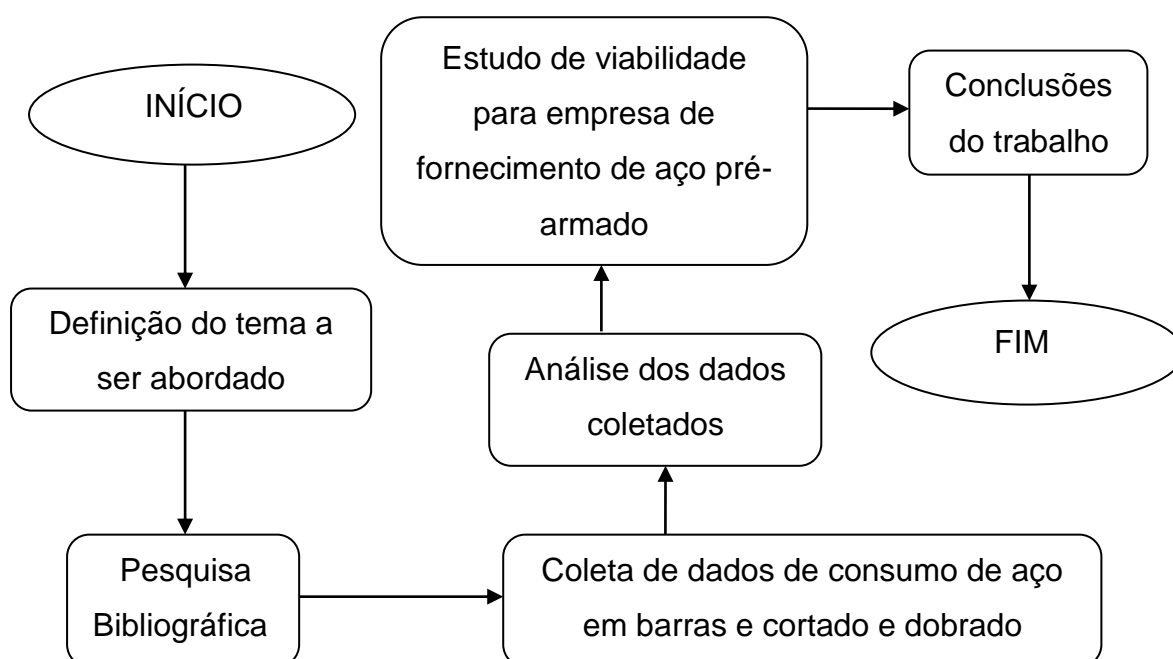
- a) possibilidade de novas descobertas, pois o pesquisador possui flexibilidade do planejamento, ficando atento para novas descobertas não previstas inicialmente;

- b) o pesquisador focaliza o problema como um todo e não de forma individual;
- c) os procedimentos adotados, tanto de coleta como de análise dos dados, são mais simples, se comparados a outros relatórios de pesquisas.

Sob esta ótica a proposta do trabalho é – através da revisão bibliográfica da literatura existente e da coleta de dados de uma empresa fornecedora de aço em barras e cortado e dobrado na cidade de Lajeado/RS, com características únicas, e analisadas sob o ponto de vista de um contexto técnico e comercial determinante e particular – verificar a viabilidade de uma empresa de pré-armação do aço para esta empresa. O método de estudo de caso se mostra adequado para o desenvolvimento deste trabalho.

### 3.2 Metodologia de trabalho

Figura 9 – Esquema da metodologia de trabalho



Fonte: Do autor (2016).

### 3.3 Descrição do estudo de caso

Para este trabalho, buscou-se realizar, inicialmente, uma abrangente pesquisa bibliográfica com o objetivo de embasar os conceitos teóricos abordados.

Para a avaliação do potencial de mercado, utilizou-se o estudo de caso, em que os dados que foram coletados para este trabalho são de uma empresa fornecedora de aço para a construção civil, que se situa em Lajeado/RS. Esta empresa possui dois tipos de fornecimentos de aço para a construção civil, o aço em barras e o cortado e dobrado. A empresa tem como área de atuação todo o Rio Grande do Sul, mas possui a maior gama de clientes nas regiões do Vale do Taquari, Metropolitana de Porto Alegre, Serra e Litorânea.

O mercado da construção civil vive em constante atualização e desenvolvimento, por este motivo, a empresa planeja implantar um novo tipo de fornecimento do aço, o pré-armado. Já existe demanda por este tipo de fornecimento e poucas empresas no Rio Grande do Sul possuem esta opção de fornecimento de aço para seus clientes.

Para a realização deste trabalho, inicialmente utilizou-se dados de consumo em barras e cortado e dobrado que foram comercializados no ano de 2015, bem como, a avaliação de aspectos qualitativos dos clientes consumidores de cada tipo de fornecimento, tornando esta pesquisa como qualitativa e quantitativa.

Com isso pretende-se analisar os dados disponíveis e após estudar a viabilidade de uma empresa de pré-armação de aço, a qual será o fornecimento inovador para uma empresa pré-existente de fornecimento de aço em barras e cortado e dobrado. Este estudo terá como embasamento o referencial teórico presente neste trabalho e será analisado sob a ótica dos custos logísticos e de serviço da pré-armação.

Para o trabalho, considerou-se que a empresa a ser viabilizada utiliza o mesmo espaço físico (ponte rolante, pavilhões) e equipamentos da empresa pré-existente.

### **3.3.1 Estudo dos custos logísticos**

Os custos logísticos foram analisados através da capacidade de carga, pois observou-se que este é um grande empecilho para a prática deste tipo de fornecimento. O aço pré-armado ocupa um volume muito superior aos outros tipos

de fornecimentos, e com isso uma mesma carga de aço em barras ou até mesmo cortado e dobrado, representa custo logístico bem inferior ao aço pré-armado.

Este estudo foi realizado com base em dados coletados *in loco* de uma carreta pertencente a frota da empresa pré-existente. Esta carreta possui guincho tipo *munck*, o que facilita a entrega do material. A dimensão de sua carroceria é de 12,30 metros de comprimento por 2,45 metros de largura. Além disso, ela possui fechamento lateral com altura de 0,50 metros. A altura que a carroceria possui do solo até sua base é de 1,50 metros, sendo sua capacidade máxima de transporte 28 toneladas. Esta capacidade máxima só é possível em fornecimento de aço em barras.

Na estimativa de capacidade de transporte de aço pré-armado, utilizou-se dados da TCPO (2012), os quais estabelecem faixas de consumo de aço por volume de concreto. Sabendo o volume útil total da carreta, é possível estimar a capacidade de aço a ser transportada.

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), na resolução número 210 de 13 de novembro de 2006, estabelece que a altura máxima permitida para veículos é de 4,40 metros. A altura útil considerada para cálculo foi de 2 metros.

Para análise dos custos diretos, verificou-se o consumo de combustível e o custo do motorista do veículo. Por se tratar de um veículo que se encontra em atividade, optou-se na medição do consumo de combustível no dia-a-dia. Já para o cálculo do custo do motorista, foi considerado seu salário pago pela empresa com os encargos inclusos, e fracionado em um mês típico, com 191h.

### **3.3.2 Estudo dos custos de pré-armação**

O serviço de pré-armação foi analisado levando em consideração os custos dos armadores e ajudantes de armadores. Para cálculo de produtividade, utilizaram-se os dados fornecidos pela TCPO (2012).

Foi obtido como referência de custos de armadores e ajudantes de armadores os dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), considerando os dados do estado do Rio Grande do Sul.

Para o serviço de pré-armação, foi tomado como matéria-prima o aço cortado e dobrado, portanto somente foi necessário fazer a montagem dos elementos estruturais. Os elementos estruturais analisados foram pilares e vigas. Qualquer outro elemento estrutural não foi analisado neste trabalho.

## **4 O ESTUDO DE CASO**

Este capítulo aborda o estudo de caso deste trabalho, e tem como objetivo apresentar os dados obtidos e discuti-los.

Para o trabalho foram obtidos dados pertencentes a uma empresa fornecedora de aço da região, onde se verificou a quantidade de aço cortado e dobrado e em barras fornecidos no ano de 2015. Com base nestes dados, e em dados do referencial teórico, fizeram-se análises de custos para viabilidade de uma empresa de pré-armação com base na cidade de Lajeado/RS.

O espaço físico utilizado pela empresa de pré-armação, a qual estudou-se a viabilidade, é o mesmo espaço utilizado pela empresa para os serviços de corte e dobra. Esta empresa possui pontes rolantes para auxílio na elevação vertical, o que facilita deslocamento e o escoamento do material.

No transporte do aço pré-armado, considerou-se a utilização de uma carreta pertencente a frota da empresa.

### **4.1 Perfis dos clientes**

A empresa pré-existente forneceu no ano de 2015 aproximadamente 6.670 toneladas de aço, divididas em aço cortado e dobrado e em barras. Do total, 3.262 toneladas foram fornecidas em aço cortado e dobrado, enquanto 3.408 toneladas fornecidas em barras.

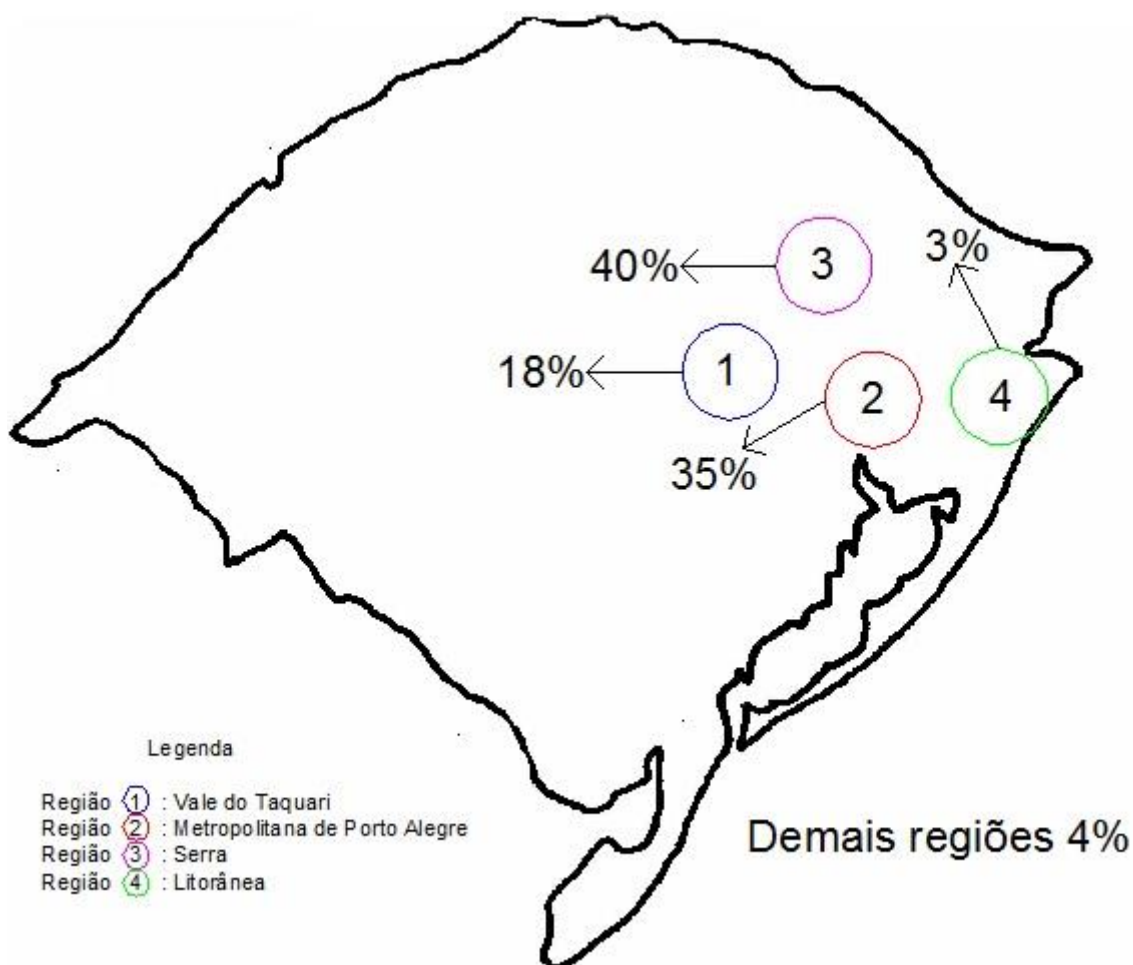
Foi realizado um levantamento da quantidade de aço fornecido cortado e dobrado mensalmente e por diâmetro nominal (APÊNDICE A). Este levantamento também foi feito para o aço fornecido em barras (APÊNDICE B). Com estes levantamentos foi possível verificar a bitola média fornecida para os clientes, a qual é 12,38 mm para o aço cortado e dobrado e 10,40 mm para o aço em barras.

Os principais consumidores de aço cortado e dobrado são as construtoras, estas, muitas vezes, optam por este tipo de fornecimento pois não possuem local adequado para cortar e dobrar o material, sendo os maiores diâmetros os mais difíceis para corte e dobra *in loco*. Portanto o diâmetro nominal médio 12,38mm pode se justificar por este fato.

Já o fornecimento de aço em barras, tem, por muitas vezes, a aceitação de pequenos construtores, e também a grande aceitação e utilização por parte das empresas fornecedoras de artefatos de cimento pré-moldados. Comumente estes clientes consomem aço com diâmetros menores, baixando a bitola média das barras se comparado ao aço cortado e dobrado.

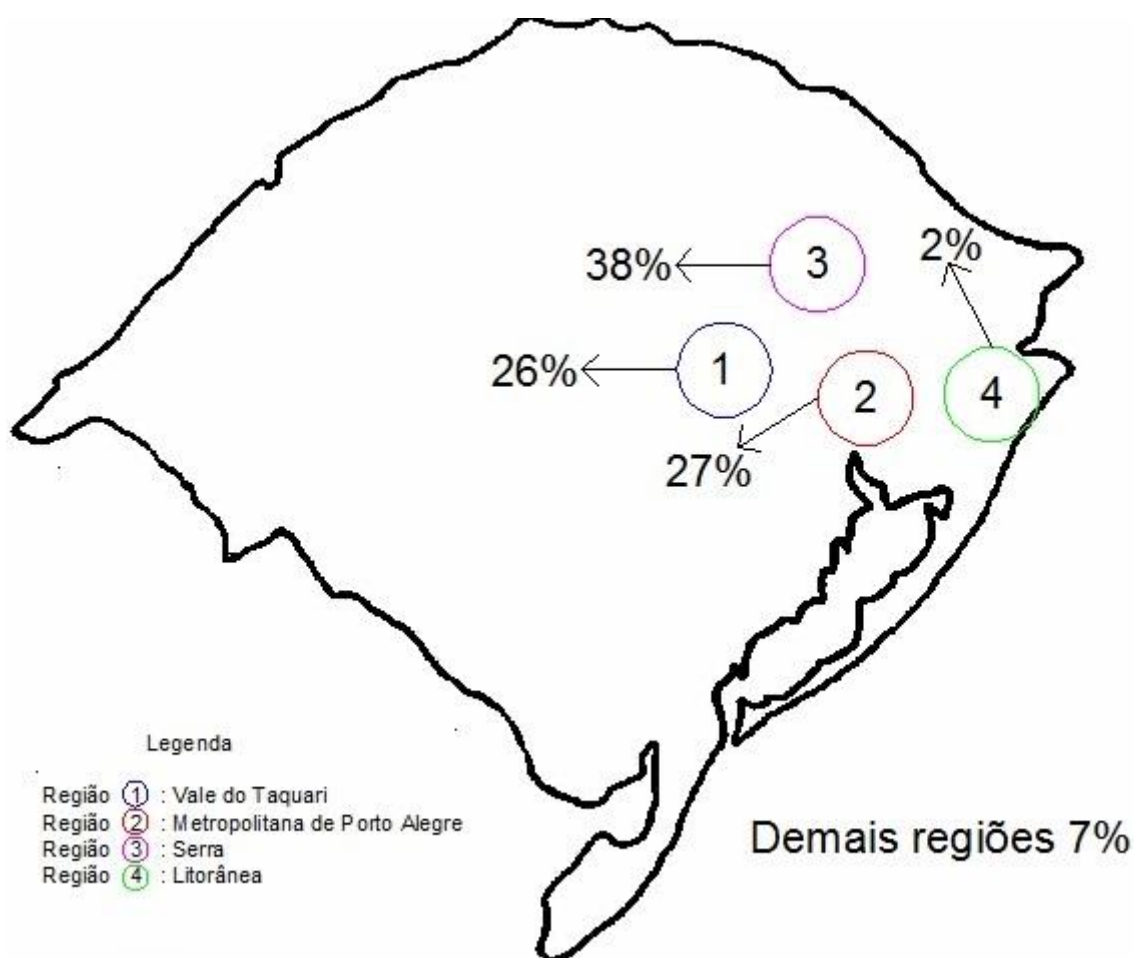
Também foi analisado em quais regiões estão concentrados os maiores consumos entre aço cortado e dobrado e aço fornecido em barras. As Figuras 10 e 11 representam, respectivamente, o percentual de aço consumido por regiões no fornecimento em corte e dobra e em barras.

Figura 10 – Distribuição do fornecimento de aço cortado e dobrado por regiões, em 2015, com base nos volumes distribuídos a partir de Lajeado



Fonte: Arquivos pessoais do autor (2016).

Figura 11 – Distribuição do fornecimento de aço em barras por regiões, em 2015, com base nos volumes distribuídos a partir de Lajeado



Fonte: Arquivos pessoais do autor (2016).

Em ambos os fornecimentos, identificou-se que as maiores concentrações de consumidores encontram-se nas regiões metropolitana de Porto Alegre e na Serra. O Vale do Taquari é o terceiro maior consumidor, seguido pela região Litorânea.

Devido ao fato da região metropolitana de Porto Alegre e da Serra serem mais desenvolvidas que as demais, verifica-se que o consumo de aço é proporcional ao desenvolvimento das regiões.

O Vale do Taquari, por mais que seja a matriz da empresa, não é seu maior consumidor de aço, devido ao desenvolvimento não ser tão acentuado como nas regiões com maior consumo.

## 4.2 Custos logísticos

Os custos logísticos foram analisados com a medição do consumo de combustível da carreta e com o salário pago ao motorista do veículo.

A carreta possui capacidade de transporte de 28 toneladas. Essa quantidade só é obtida no transporte do aço em barras, pois o volume ocupado é inferior aos demais fornecimentos de aço.

Para cálculo do salário por hora do motorista, considerou-se 365 dias do ano, 52,14 semanas por ano, 4,34 semanas por mês, numa jornada semanal de 44 horas, ou 8,80 horas diárias. Portanto o total de horas por mês é de 191,19 horas, mas para o prosseguimento deste trabalho arredondou-se para 191 horas mensais.

Conforme dados cedidos pela empresa, o salário pago ao motorista do veículo (carreta), no mês de agosto de 2016, é de R\$ 2.973,73, no qual estão inclusos os encargos pagos pela empresa, periculosidade e o salário base. Portanto, o custo diário com o pagamento é de R\$ 137,01.

A medição do consumo de combustível da carreta foi de R\$ 1,72 por quilômetro. Considera-se nessa medição o deslocamento do veículo e o descarregamento com guincho tipo *munck*.

A empresa possui quatro principais regiões de atuação no estado, sendo a metropolitana de Porto Alegre, Serra, Litorânea e do Vale do Taquari. Para cada região estabeleceu-se distâncias médias percorridas, a partir da cidade de Lajeado, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Distâncias médias a partir de Lajeado

REGIÕES	DISTÂNCIAS MÉDIAS (Km)
Metropolitana de Porto Alegre	113
Serra	104
Litorânea	238
Vale do Taquari	10

Fonte: Do autor (2016).

O custo de combustível, considerando ida e volta de certa região analisada pode ser verificado na Tabela 9.

Tabela 9 – Custo de combustível para as regiões (Ida e volta)

REGIÕES	DISTÂNCIAS (Km)	R\$/Km	TOTAL R\$ (IDA E VOLTA)
Metropolitana de Porto Alegre	113	1,72	388,72
Serra	104	1,72	357,76
Litorânea	238	1,72	818,72
Vale do Taquari	10	1,72	34,4

Fonte: Do autor (2016).

Estimou-se que seja possível realizar apenas uma entrega diária, devido ao tempo necessário para o deslocamento até os locais de entrega e o tempo de descarregamento do material. A Tabela 10 apresenta o custo total de salário do motorista associado ao custo de combustível para cada região analisada.

Tabela 10 – Custo logístico total por dia (Combustível e motorista)

REGIÕES	COMBUSTÍVEL R\$ (IDA E VOLTA)	SALÁRIO/DIA R\$	TOTAL/ DIA R\$
Metropolitana de Porto Alegre	388,72	137,01	525,73
Serra	357,76	137,01	494,77
Litorânea	818,72	137,01	955,73
Vale do Taquari	34,4	137,01	171,41

Fonte: Do autor (2016).

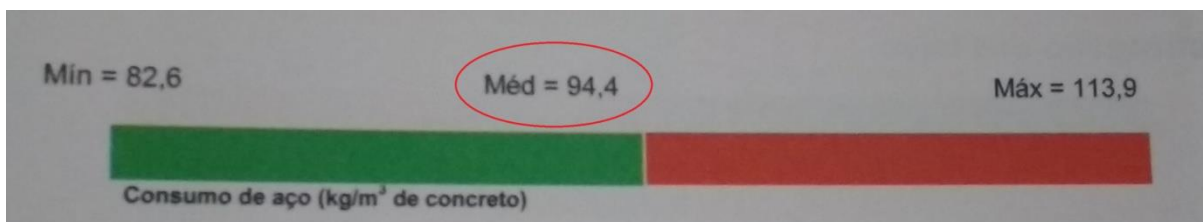
### 4.3 Custos de pré-armação

Para verificação dos custos de pré-armação necessários para formatação de uma carga, inicialmente, mediu-se o volume útil da carroceria da carreta:

- a) comprimento: 12,3 metros;
- b) largura: 2,45 metros;
- c) altura (utilizada): 2,0 metros;
- d) volume útil: 60,27 metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

Possuindo o volume útil, utilizou-se o consumo de aço cortado e dobrado por volume de concreto, conforme dados fornecidos na TCPO (2012) na Figura 12, para cálculo da capacidade de transporte do aço pré-armado.

Figura 12 – Consumo de aço por volume de concreto



Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

Utilizou-se o valor médio de 94,40 Kg/m<sup>3</sup> para o cálculo, portanto a capacidade de transporte é de 5.689,49 Kg.

#### 4.3.1 Custos de pré-armação, aço cortado e dobrado

Como a matéria prima para o estudo de viabilidade será o aço cortado e dobrado, foi utilizada a Tabela 6 como referência de produtividade, tanto para vigas como para pilares. Foi escolhido o aço CA-50, bitola 10 mm para vigas e 12,5 mm para pilares, onde ambos se aproximam da bitola média encontrada nos dados obtidos. No entanto, percebeu-se um erro nos índices presentes nesta tabela em relação a Tabela 5. A produtividade dos armadores para vigas no sistema de corte e dobra industrializado CA-50 e bitola 10 mm, é de 0,1 h/Kg, enquanto no sistema de fornecimento em barras, para as mesmas características, a produtividade é de 0,93 h/Kg. Estes índices de produtividade mostram-se incoerentes, uma vez que a produtividade do aço em barras deveria ser menor que ao aço adquirido cortado e dobrado, pois para o aço cortado e dobrado são suprimidas etapas de serviços (corte e dobra). O mesmo ocorre para ajudantes de armadores, onde a produtividade deveria ser maior no sistema de aço cortado e dobrado.

Portanto, para prosseguimento deste trabalho, admitiu-se a mesma proporção de produtividade dos pilares para as vigas, calculada em 45,16 % para armadores, e 52,78 % para ajudantes.

Após a verificação da incoerência dos dados, foi enviado um e-mail para a Editora PINI Ltda., onde alertou-se e procurou-se esclarecimentos para os índices encontrados na TCPO (2012).

A Tabela 11 apresenta o índice ajustado no sistema de aço cortado e dobrado, com o aumento de produtividade verificado nos pilares e transformado para as vigas.

Tabela 11 – Produtividade para os serviços de pré-armação, armadura de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado) – Unidade: Kg

Componentes	Unidade	Consumos		
		Local de aplicação		
		Pilares	Vigas	Lajes
		Ø da armadura		
		12,5 mm	10,0 mm	8,0 mm
Ajudante de armador	h	0,051	*0,077	0,046
Armador	h	0,034	*0,051	0,031
Serviço de corte e dobra industrializado para aço CA-50/60	Kg	1,00	1,00	1,00
Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (Cobrimento: 3 cm)	Unidade	4,7	7,3	11,4
Aço CA-50	Kg	1,00	1,00	1,00
Arame Recozido nº B18 BWG - 1,25mm	Kg	0,02	0,02	0,02

Fonte: Adaptado de TCPO (2012).

\*Valores corrigidos pelo critério de proporcionalidade.

A SINAPI, no mês de Julho de 2016, estabeleceu o custo médio de um armador e ajudante de armador, conforme Tabela 12. O valor é não desonerado e já estão inclusos os encargos.

Tabela 12 – Custo de armador e ajudante de armador

Cargo	R\$/hora
Armador	16,75
Ajudante de armador	13,39

Fonte: Adaptado de SINAPI (2016).

O custo de um armador em relação a um ajudante é 25,09 % superior, e sua produtividade é aproximadamente 33,0 % superior a um ajudante. O tempo de pré-armação para carga máxima foi calculado conforme Tabela 13.

Tabela 13 – Tempo para pré-armação de carga máxima

Elementos estruturais	Massa de aço (Kg)	Produtividade armador (h/Kg)	Produtividade ajudante de armador (h/Kg)	Tempo de pré-armação (h)
Pilares	5.689,49	0,034	0,051	483,61
Vigas	5.689,49	0,051	0,077	728,25

Fonte: Do autor (2016).

A Tabela 14 apresenta o custo total de armação para formatar uma carga máxima, considerando o tempo obtido e o custo do armador e ajudante.

Tabela 14 – Custo de pré-armação para formatação de carga máxima

Elementos estruturais	Tempo de pré-armação armador (h)	Tempo de pré-armação ajudante armador (h)	Custo do armador (R\$/h)	Custo do ajudante de armador (R\$/h)	Total (R\$)
Pilares	193,44	290,16	16,75	13,39	7.125,36
Vigas	290,16	438,09	16,75	13,39	10.726,21

Fonte: Do autor (2016).

O custo de pré-armação por massa de aço pode ser verificado na Tabela 15.

Tabela 15 – Custo de pré-armação por massa de aço cortado e dobrado

Elementos estruturais	Massa de aço (Kg)	Custo de pré-armação (R\$)	Custo pré-armação por massa de aço (R\$/Kg)
Pilares	5.689,49	7.125,36	1,2523
Vigas	5.689,49	10.726,21	1,8853

Fonte: Do autor (2016).

O elemento estrutural viga tem um acréscimo de 0,633 R\$/Kg em relação aos pilares. Este custo está diretamente ligado ao fato de a produtividade nas vigas ser inferior do que a produtividade em pilares.

### 4.3.2 Custos de pré-armação, aço em barras

As obras que adquirem o aço em barras, precisam fazer todas as etapas (corte, dobra e montagem), o que lhes garante menos produtividade se comparado ao fornecimento de aço cortado e dobrado, onde apenas é preciso fazer a montagem dos elementos estruturais.

Os custos de pré-armação para o aço adquirido em barras é superior se comparado ao aço já industrializado (cortado e dobrado).

Em sua composição, a TCPO (2012) admite um percentual de perda do aço em 10 %, o qual está incluso conforme índices apresentados na Tabela 5.

Para a mesma quantidade de aço necessária para a formatação de uma carga máxima, e com base na produtividade da Tabela 5, calculou-se o tempo necessário de pré-armação, considerando a produtividade do armador e do ajudante, conforme Tabela 16.

Tabela 16 – Tempo para pré-armação de carga máxima, em barras

Elementos estruturais	Massa de aço (Kg)	Produtividade armador (h/Kg)	Produtividade ajudante de armador (h/Kg)	Tempo de pré-armação (h)
Pilares	5.689,49	0,062	0,108	967,21
Vigas	5.689,49	0,093	0,163	1.456,51

Fonte: Do autor (2016).

O tempo de pré-armação, do aço adquirido em barras, é maior se comparado ao cortado e dobrado, pois é necessário cortar e dobrar o aço antes de fazer a montagem. Na Tabela 17 verifica-se o custo de pré-armação, para mesma massa de aço, mas com o aço adquirido em barras.

Tabela 17 – Custo de pré-armação para formatação de carga máxima, em barras

Elementos estruturais	Tempo de pré-armação (h)	Custo do armador (R\$/h)	Custo do ajudante de armador (R\$/h)	Total (R\$)
Pilares	967,21	16,75	13,39	14.136,22
Vigas	1.456,51	16,75	13,39	21.280,51

Fonte: Do autor (2016).

Com o custo total de pré-armação para a carga, calculou-se o custo de pré-armação por massa de aço, conforme Tabela 18.

Tabela 18 – Custo de pré-armação por massa de aço, em barras

Elementos estruturais	Massa de aço (Kg)	Custo de pré-armação (R\$)	Custo pré-armação por massa de aço (R\$/Kg)
Pilares	5.689,49	14.136,22	2,4846
Vigas	5.689,49	21.280,51	3,7403

Fonte: Do autor (2016).

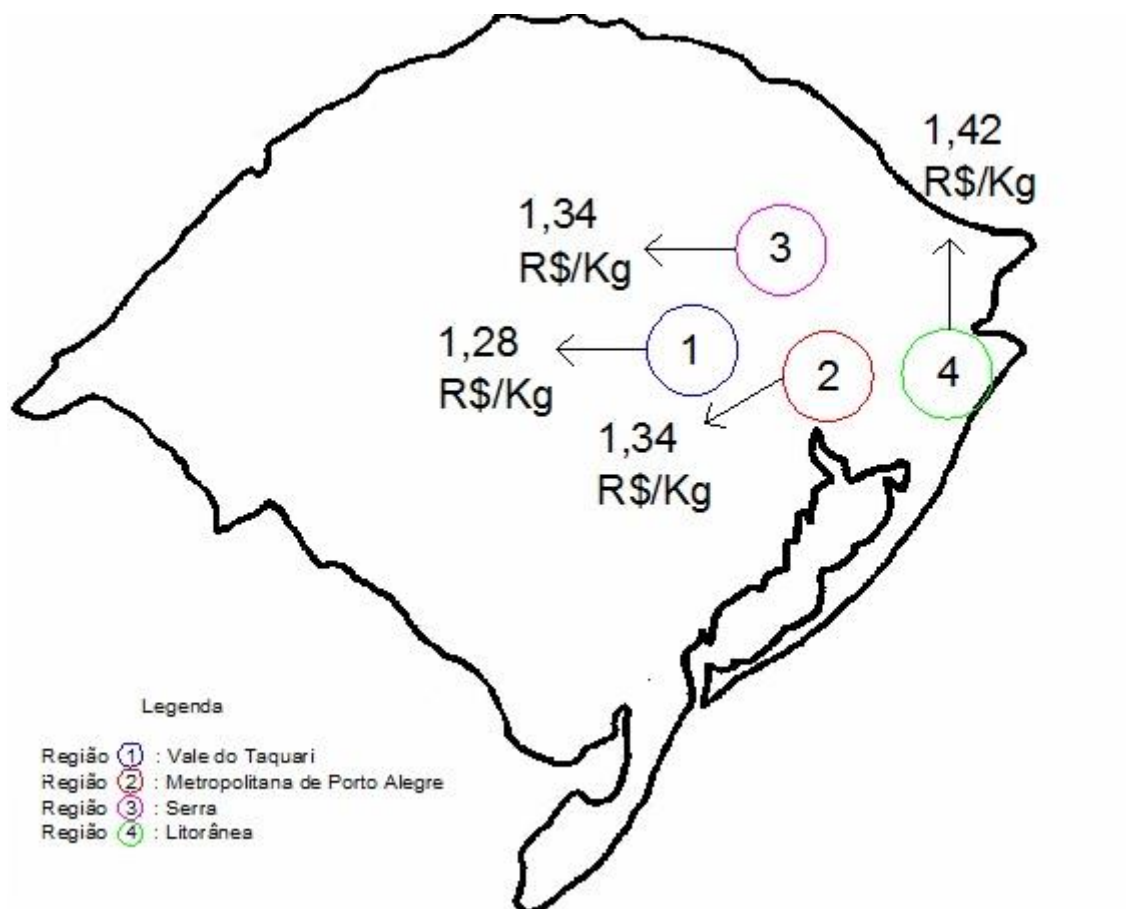
Os custos calculados não levam em conta o preço do aço em sua compra, apenas verifica-se o custo da pré-armação.

#### 4.4 Análise dos custos apurados

A empresa especializada em pré-armação optou pela matéria prima o aço cortado e dobrado. Este fornecimento apresentou-se aproximadamente 50 % inferior se comparado a pré-armação através do aço em barras.

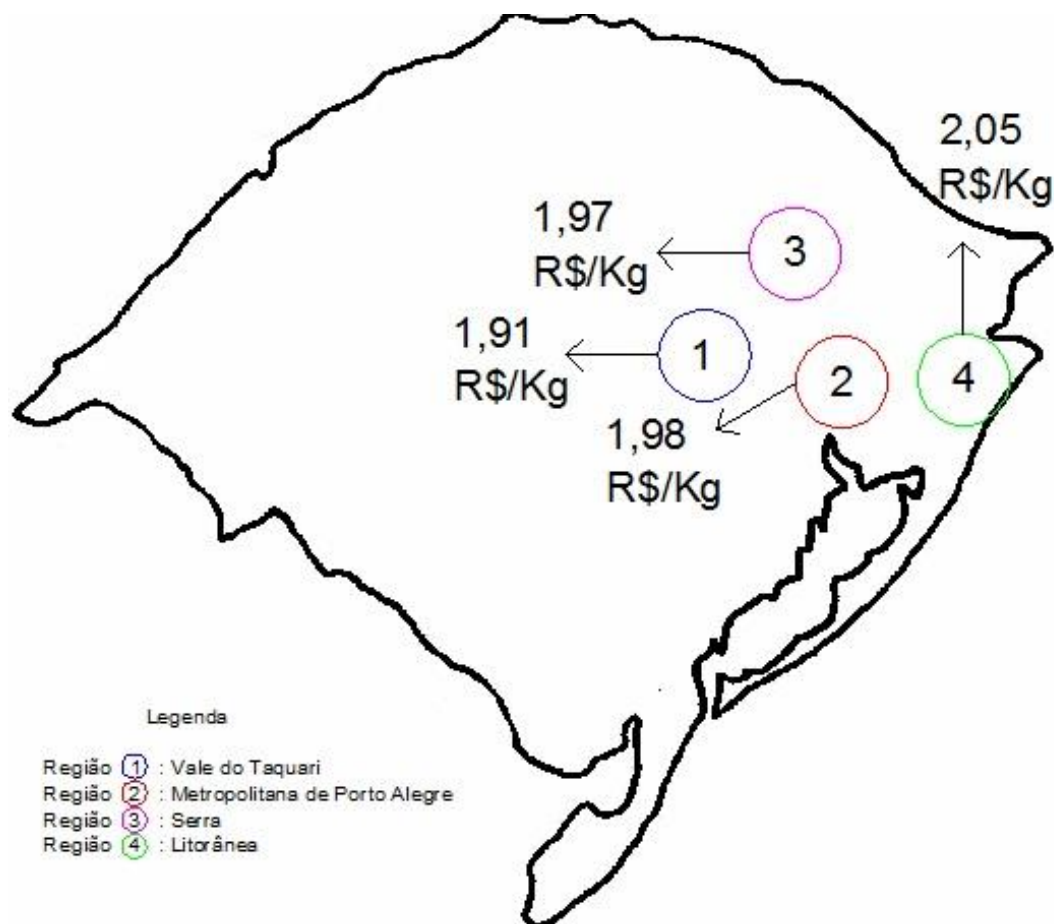
Os custos apurados foram somados, para obtenção do custo total (pré-armação e logístico). Os custos totais para a pré-armação através do aço cortado e dobrado estão apresentados nas Figuras 13 e 14 abaixo.

Figura 13 – Custo total para pilares, por região



Fonte: Do autor (2016).

Figura 14 – Custo total para vigas, por região



Fonte: Do autor (2016).

Nas regiões que possuem maiores números de consumidores de aço cortado e dobrado (Metropolitana de Porto Alegre e Serra), o custo em pilares é de 1,34 R\$/Kg, enquanto que para vigas é de aproximadamente 1,97 R\$/Kg. A região que apresenta o custo menor é a do Vale do Taquari, pois os custos logísticos para essa região são bastante inferiores devido a baixa distância percorrida pelo transporte até o seu destino final. Em relação a região do Vale do Taquari, o litoral apresenta um custo superior de 0,14 R\$/Kg, sendo este o maior custo analisado.

O consumidor que optar pelo sistema tradicional do aço fornecido em barras, terá o custo logístico inferior, pois é possível transportar até 28 toneladas no transporte analisado neste tipo de fornecimento, em contrapartida terá um aumento significativo no custo de serviço de pré-armação. A comparação entre os custos logísticos e de pré-armação, entre a empresa especializada em pré-armação e o consumidor final que opta pelo fornecimento em barras estão apresentados nas

Tabelas 19,20, 21 e 22. As Tabelas foram separadas pelas regiões analisadas no trabalho.

Tabela 19 – Comparativo de custos de pré-armação e logístico para região metropolitana de Porto Alegre

Elementos estruturais	Empresa especializada em pré-armação (R\$/Kg)	Consumidor em barras (R\$/Kg)	$\Delta$ Margem (R\$/Kg)	$\Delta$ / Custo da empresa de pré-armação (%)
Pilares	1,34	2,50	1,16	86,57
Vigas	1,98	3,76	1,78	89,9

Fonte: Do autor (2016).

Tabela 20 – Comparativo de custos de pré-armação e logístico para região da Serra

Elementos estruturais	Empresa especializada em pré-armação (R\$/Kg)	Consumidor em barras (R\$/Kg)	$\Delta$ Margem (R\$/Kg)	$\Delta$ / Custo da empresa de pré-armação (%)
Pilares	1,34	2,50	1,16	86,57
Vigas	1,97	3,76	1,78	89,9

Fonte: Do autor (2016).

Tabela 21 – Comparativo de custos de pré-armação e logístico para região litorânea

Elementos estruturais	Empresa especializada em pré-armação (R\$/Kg)	Consumidor em barras (R\$/Kg)	$\Delta$ Margem (R\$/Kg)	$\Delta$ / Custo da empresa de pré-armação (%)
Pilares	1,42	2,52	1,10	77,46
Vigas	2,05	3,77	1,72	83,90

Fonte: Do autor (2016).

Tabela 22 – Comparativo de custos de pré-armação e logístico para região do Vale do Taquari

Elementos estruturais	Empresa especializada em pré-armação (R\$/Kg)	Consumidor em barras (R\$/Kg)	$\Delta$ Margem (R\$/Kg)	$\Delta$ / Custo da empresa de pré-armação (%)
Pilares	1,28	2,49	1,21	94,53
Vigas	1,91	3,75	1,84	96,34

Fonte: Do autor (2016).

A empresa forneceu, no mês de Setembro de 2016, o aço cortado e dobrado a R\$ 3,00 o quilograma, e a barra a R\$ 2,80 o quilograma (ambos os valores são aproximados, pois o preço é variável por bitola do aço). Portanto verificou-se que é mais viável pré-armar o aço através do aço cortado e dobrado, pois a diferença do preço de pré-armação é maior que a da compra do material.

O custo logístico é diferenciado entre uma carga com aço pré-armado e em barras. No caso das barras, é possível transportar a capacidade máxima de 28 toneladas, enquanto no transporte de aço pré-armado é possível apenas 5,7 toneladas, aproximadamente. Portanto é possível afirmar que o custo logístico para o aço pré-armado, se comparado ao aço em barras, é 4,92 vezes maior.

Para o aço pré-armado entregue na região litorânea, o custo logístico pode chegar a R\$ 0,168 o quilograma, equivalendo a aproximadamente 11,83 % do custo total de uma entrega de pilares. Enquanto que uma carga de aço em barras para esta região o custo logístico é de apenas R\$ 0,034 o quilograma.

Nas construções que utilizam o aço em barras, o custo de compra do material e de pré-armação chegam a R\$ 5,28 o quilograma para pilares e R\$ 6,54 o quilograma para vigas, com base nos preços utilizados no mês de Setembro de 2016, e nos índices utilizados para o serviço de pré-armação. Nestes valores não estão inclusos os custos logísticos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na metodologia adotada, e nos resultados obtidos, conclui-se que:

- a) Depois de feita verificação por região estratificada entre o fornecimento de aço em barras e aço cortado e dobrado, os resultados foram suficientes para balizar o restante dos estudos.
- b) Para as regiões de fornecimento estudadas, avaliou-se que o novo produto (aço pré-armado) sofre forte impacto dos custos logísticos (até 11,83 % do custo total), sendo este o limitador de raio de atuação de uma nova empresa nas regiões analisadas.
- c) O custo logístico poderá ser superior, caso não se utilize a carga máxima para a comercialização do aço pré-armado.
- d) Os índices de custos de produtividade estudados podem apresentar alguma variação. Mesmo os referenciais clássicos de produtividade retratam imprecisões importantes que dificultam a análise. Estima-se que com a especialização e com a criação de um ambiente de trabalho focado para serviço de pré-armação, a diferença de produtividade frente a produtividade em canteiro de obras seja mais acentuado que o adotado no trabalho. Mesmo adotando índices conservadores, a diferença entre os custos totais estimados das duas condições, foi da ordem de 77 % a 96 %, já acrescido diferencial de custo logístico.

- e) Essa diferença de custo, que se entendida como margem da empresa, mostra que ela é lucrativa. A margem pode ser maximizada caso o mercado entenda as vantagens do produto (menor canteiro de obras, menor probabilidade de acidente de trabalho, maior otimização da obra, não há necessidade de equipamentos para corte e dobra do aço, assim como bancadas para armação do aço).
- f) Sugere-se para trabalhos futuros que sejam utilizados dados coletados in loco de diversas empresas das regiões de atuação, para que assim possa se ter um valor mais confiável para produtividade da mão de obra.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 7481**: Tela de aço soldada – Armadura para concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

ALVARENGA, Antonio Carlos; NOVAES, Antonio Galvão N. **Logística aplicada**: suprimento e distribuição física. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2000.

ALVAREZ, Manuel S. B. **Terceirização**: parceria e qualidade. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

BORGES, Ângela; DRUCK, Graça. Terceirização: balanço de uma década. **Caderno CRH**, Salvador, n. 37, p. 111-139, jul./dez. 2002. Disponível em: <<http://www.cadernocrh.ufba.br/viewarticle.php?id=132&OJSSID=89c&locale=es>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BOTELHO, Manoel Henrique Campo; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado eu te amo**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

CARLOTT, Marcos. **Comparativo entre o método de corte e dobra de aço industrializado e em obra de um edifício**. 2012. 83f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2012.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. 3. ed. São Carlos: UFSCAR, 2012.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Taxa (%) de crescimento – setores e subsetores**. IBGE, 2016. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: UNIVATES, 2015.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. Resolução n. 210, de 13 de novembro de 2006. Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.deinfra.sc.gov.br/download/aet/leis/resolucao-210.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2016.

CORRÊA, Elaine Carballo Siqueira. **Aspectos do encruamento de metais previamente deformados a frio**. 2004. 233f. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

DAROIT, Mateus. **Estudo de aço microligado ao vanádio para a produção de barra nervurada para concreto armado com característica de soldabilidade segundo norma ABNT NBR 8965:1985**. 2012. 56f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

DATAMARK. **Relatório setorial: Setor de aço no Brasil**. São Paulo: Datamark, 2013. Disponível em: <<http://www.datamark.com.br/noticias/2013/8/relatorio-setorial-setor-de-aco-no-brasil-145063/>>. Acesso em: 06 maio 2016.

FARIA, Sérgio Fraga Santos. **Fragmentos da história dos transportes**. São Paulo: Aduaneiras, 2001.

FERRAZ, Fernando Basto. **Terceirização e demais formas de flexibilização do trabalho**. São Paulo: LTr, 2006.

FREIRE, Tomás Mesquita. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações: caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo**. 2001. 325f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Tecnologia do concreto estrutural: tópicos aplicados**. São Paulo: Pini, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIOSA, Lívio Antonio. **Terceirização: uma abordagem estratégica**. 5. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Aço e economia**. Rio de Janeiro: IAB, 2014. Disponível em:  
<[http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/Folder\\_Economia\\_2015\\_site\\_.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/Folder_Economia_2015_site_.pdf)>. Acesso em: 06 maio 2016.

NETO, João Amato. Reestruturação industrial, terceirização e redes de subcontratação. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p.33-42, mar./abr. 1995. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a06v35n2.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

PALIARI, José Carlos. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras e edifícios**. 1999. 473f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

RAZZOLINI FILHO, Edelvino. **Transporte e modais**. Curitiba, PR: Intersaberes, 2012.

RIBEIRO, Marcellus Serejo. **A industrialização como requisito para a racionalização da construção**. 2002. 33f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional**. 4. ed. rev. ampl. São Paulo: Aduaneiras, 2011.

SALIM NETO, Jamil José. **Diretrizes de projeto para melhorar a produtividade na montagem de componentes pré-cortados e pré-dobrados de aço para estruturas de concreto armado de edifícios**. 2009. 236f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Pilar Baptista. **Metodologia de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SINAPI. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Preços de insumos e custos de composições**. SINAPI, 2016. Disponível em:  
<<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 08 set. 2016.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. São Paulo: Pini, 2006.

\_\_\_\_\_. **Como reduzir perdas nos canteiros**: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005.

TAZINAFFO NETTO, Angelo; SANTOS, Allan Aparecido Vilaça dos. **A atuação da siderurgia no Brasil no segmento de aços longos e a relação comercial entre Brasil e China**. 2009. 69f. Monografia (Pós-Graduação Gestão Estratégica de Negócios) – Instituto Santanense de Ensino Superior, São Paulo, 2009.

TCPO. **Tabela de composição de preços para orçamentos**. 14. ed. São Paulo: Pini, 2012.

WANKE, Peter Fernandes; FLEURY, Paulo Fernando. Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**. Brasília: IPEA, 2006, p. 409-464.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A – Fornecimento de aço cortado e dobrado por diâmetro nominal no ano de 2015**

<b>BITOLA</b>	<b>4,2mm</b>	<b>5,0mm</b>	<b>6,3mm</b>	<b>8,0mm</b>	<b>10,0mm</b>	<b>12,5mm</b>	<b>16,0mm</b>	<b>20,0mm</b>	<b>25,0mm</b>	<b>TOTAL (Kg)</b>
<b>JANEIRO</b>	2.422	32.663	40.028	52.033	59.302	68.149	62.449	44.456	12.652	374.154
<b>FEVEREIRO</b>	3.657	29.081	30.895	65.659	56.567	92.583	46.938	56.604	4.815	386.799
<b>MARÇO</b>	6.056	25.050	22.319	32.459	40.431	63.134	52.102	57.969	11.305	310.825
<b>ABRIL</b>	4.278	19.195	21.392	33.464	33.619	58.351	32.091	29.069	11.668	243.127
<b>MAIO</b>	4.595	21.924	26.165	33.298	41.878	56.903	36.428	33.616	5.226	260.033
<b>JUNHO</b>	2.186	13.420	18.993	25.085	36.004	36.897	38.815	30.074	6.342	207.816
<b>JULHO</b>	2.460	18.638	23.207	22.767	39.541	48.838	33.762	29.015	9.670	227.898
<b>AGOSTO</b>	6.290	25.326	23.591	26.689	31.087	42.666	35.782	26.218	7.665	225.314
<b>SETEMBRO</b>	3.225	27.165	19.355	33.593	38.372	45.288	43.180	42.480	11.586	264.244
<b>OUTUBRO</b>	1.902	22.252	19.401	34.821	42.125	47.093	38.807	55.313	20.577	282.291
<b>NOVEMBRO</b>	592	32.802	24.545	40.795	35.783	61.002	51.032	52.830	15.355	314.736
<b>DEZEMBRO</b>	1.751	14.978	17.150	22.779	24.918	24.617	20.952	31.737	5.797	164.679
<b>TOTAL (Kg)</b>	<b>39414</b>	<b>282494</b>	<b>287041</b>	<b>423442</b>	<b>479627</b>	<b>645521</b>	<b>492338</b>	<b>489381</b>	<b>122658</b>	<b>3.261.916</b>

**APÊNDICE B – Fornecimento de aço em barras por diâmetro nominal no ano de 2015**

<b>BITOLA</b>	<b>4,2mm</b>	<b>5,0mm</b>	<b>6,3mm</b>	<b>8,0mm</b>	<b>10,0mm</b>	<b>12,5mm</b>	<b>16,0mm</b>	<b>20,0mm</b>	<b>25,0mm</b>	<b>TOTAL (Kg)</b>
<b>JANEIRO</b>	23.190	28.576	16.807	41.136	82.403	63.296	31.175	18.344	3.669	308.596
<b>FEVEREIRO</b>	20.612	20.278	15.674	38.430	62.703	45.676	9.115	4.350	3.837	220.675
<b>MARÇO</b>	23.456	35.421	24.261	54.139	100.738	89.408	15.128	13.256	647	356.454
<b>ABRIL</b>	15.617	29.817	18.205	48.386	83.572	75.483	24.138	13.960	1.710	310.888
<b>MAIO</b>	19.963	27.586	12.200	33.689	67.800	65.477	11.955	16.994	786	256.450
<b>JUNHO</b>	13.907	24.333	14.051	42.872	85.182	63.630	10.365	11.695	2.913	268.948
<b>JULHO</b>	8.623	24.213	17.374	47.457	68.358	78.840	29.478	20.181	10.607	305.131
<b>AGOSTO</b>	18.246	24.030	11.286	33.980	74.611	66.271	16.930	13.019	6.196	264.569
<b>SETEMBRO</b>	13.490	29.412	20.395	35.042	69.397	66.924	32.617	23.316	2.265	292.858
<b>OUTUBRO</b>	12.821	29.483	20.237	49.640	87.683	82.267	23.013	21.801	277	327.222
<b>NOVEMBRO</b>	17.223	26.008	13.121	36.642	82.913	82.540	28.997	12.977	693	301.114
<b>DEZEMBRO</b>	7.997	19.367	11.618	33.473	59.440	41.522	16.477	4.145	601	194.640
<b>TOTAL (Kg)</b>	<b>195145</b>	<b>318524</b>	<b>195229</b>	<b>494886</b>	<b>924800</b>	<b>821334</b>	<b>249388</b>	<b>174038</b>	<b>34201</b>	<b>3.407.545</b>