



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

TULIO GOMES ALVES
FILIFE CARNEIRO PASSOS

EVOLUÇÃO NO PROCESSO DE PREPARAÇÃO DO AÇO PARA USO EM
ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

TULIO GOMES ALVES
FILIPPE CARNEIRO PASSOS

**EVOLUÇÃO NO PROCESSO DE PREPARAÇÃO DO AÇO PARA USO EM
ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
SUBMETIDO À UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO NO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Construção Civil

ORIENTADOR: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de
Oliveira Andrade

RECIFE / 2016

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

A474e Alves, Tulio Gomes.
Evolução no processo de preparação do aço para uso em estruturas de concreto armado / Tulio Gomes Alves e Filipe Carneiro Passos. – 2016.
42 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil, 2016.
Inclui Referências .

1. Engenharia Civil. 2. Aço. 3. Processo. 4. Industrialização. 5. Método construtivo. 6. Pré-montagem. I. Passos, Filipe Carneiro. II. Andrade, Tibério Wanderley Correia de Oliveira. (Orientador). III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 –
2 –

BANCA EXAMINADORA.

Orientador:

Examinador 1:

Examinador 2:

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

LOCAL:

DATA: ___/___/___ **HORÁRIO DE INÍCIO:** _____

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) arguido(s) oralmente pelos membros da banca com NOTA: 9,5 (deixar 'Exame Final', quando for o caso).

1) **aprovado(s) (nota > = 7,0)**, pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito.

As revisões observadas pela banca examinadora deverão ser corrigidas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

O trabalho com nota no seguinte intervalo, **3,0 = < nota < 7,0**, será reapresentado, gerando-se uma nota ata; sendo o trabalho aprovado na reapresentação, o aluno será considerado **aprovado com exame final**.

2) () **reprovado(s). (nota <3,0)**

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, 18 de Agosto de 2016

RESUMO

Estudo realizado para entender, explicar e desmistificar o avanço no processo de preparação do aço para uso nos projetos de concreto armado no mercado brasileiro. Mostra todo o processo de corte e dobra do aço dentro de uma indústria e de suas parceiras de execução, apresentando todas as fases que passa o vergalhão, desde sua fabricação, até a entrega no destino final, apresentando a rastreabilidade e controle de qualidade. As principais vantagens do uso desse método industrial são descritas com comparativos com o processo manual utilizado no canteiro de obras. São apontadas as questões de perdas, controles de qualidade, sustentabilidade, logística carga trabalhista e tudo que envolve o processo de preparação do aço.

Seguindo o “corte e dobra”, apresenta-se um estudo sobre o processo de pré-montagem das peças de aço, cortadas e dobradas, já de acordo com o projeto estrutural do cliente final. Método ainda em fase introdutória no mercado local, mas já bastante difundida e consolidada no exterior. As vantagens são grandes com o uso desse serviço industrializado de montagem, porém exige um maior planejamento e “*feedback*” entre indústria e cliente para poder atingir o ideal do “*just in time*” do aço na obra. Essa ideia é de não haver estoque total do aço, ele já chegaria da indústria montado, ou pré-montado, sendo posicionado na forma.

Os processos industriais, que levam a diminuição da mão de obra nos canteiros, são criados afim de aperfeiçoar os métodos construtivos, garantir a qualidade e visar outros pontos de otimização como sustentabilidade e logística. Com intenção de quebrar paradigmas que o mercado gera, na comodidade, esse projeto visa explicar e progredir com a ideia da industrialização dos processos de preparação do aço para o uso no concreto armado.

PALAVRAS-CHAVE: Aço, Processo, Industrialização, Método construtivo, Pré-montagem.

ABSTRACT

Study made to understand, explain and demystify the improvement on steel preparation process to be used in projects of reinforced concrete in Brazilian market. It shows all the steel cut and bend process inside the steel mills and their execution partners, introducing all the rebar phases, since their manufactory, until the final destination, including tracking systems and quality control. The main advantages of the industrialized method usage are described and compared to the handmade process in the construction sites. Losses, quality control, sustainability, logistics, labor benefits and everything related to the steel preparation process are pointed.

Following the "Cut and bend steel" thought, researches were made to develop a process of pre-assembling of steel for the construction industry, to deliver an on demand product for the construction companies. This method just arrived in Brazil but it is already widespread all over the world. Choose this process can give massive advantages such as the industrialized service therefore it is extremely important to planning and to have a really good relationship between the industry and the client (construction companies) to reach the "just in time" process in sites. The idea is to do not have steel stock in sites, delivering mounted or "pre-mounted" structure pieces.

The industrialized process that reduces the labor in sites are made to improve the construction methods, to guarantee the quality and looking for optimization, sustainability and logistics. The objectives of this study are explain and encouraging the idea of industrialized processes to improve the usage of steel on reinforced concrete, breaking existing paradigms.

KEY WORDS: Steel, Process, Industrialization, Constructive methods, Pre-mounting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. (Tabela de diâmetros dos pinos de dobra do aço)	19
Figura 2. (Processo de dobra do aço na obra)	19
Figura 3. (Rompimentos indesejáveis do aço na dobra).	20
Figura 4. (Etiqueta de rastreabilidade)	21
Figura 5. (Rastreabilidade no total processo de confecção, produção, corte e dobra e transporte do aço.)	21
Figura 6. (Foto da máquina de endireitamento do aço em bobina)	24
Figura 7. (Máquina de corte dos vergalhões)	25
Figura 8. (Máquina automática de dobra dos vergalhões)	25
Figura 9. (Máquina manual de dobra dos vergalhões)	26
Figura 10. (Processo manual de dobra do aço)	26
Figura 11. (Equipamento para execução de estacas)	30
Figura 12. (Estacas recebendo tratamento final, devidamente identificadas)	31
Figura 13. (Bloco de fundação pré-montado)	31
Figura 14. (Emenda de partes das estacas na obra com mão de obra da Indústria)	32
Figura 15. (Transporte e montagem de bloco de fundação e pilar de arranque)	33
Figura 16. (Solda não estrutural, ou de posicionamento)	35
Figura 17. (Foto com explicação da etiqueta do pré-montado)	36
Figura 18. (Posicionamento de uma armadura montada de bloco de fundação)	38
Figura 19. (Movimentação da armadura de um bloco de fundação com ajuda do caminhão Munk fornecida pela indústria de pré-montagem)	38

Figura 20. (Bloco de fundação concretado)	39
Figura 21. (Içamento de pilares pré-montados pela grua da obra)	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. (Porcentagem de perdas de aço, PASSETI (2004))	16
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

PIB - Produto Interno Bruto

ISO 9001 – É um conjunto de normas de padronização para um determinado serviço ou produto

NBR – Norma Brasileira

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	12
3	OBJETIVOS GERAIS	12
4	REFERENCIAIS TEÓRICOS	13
5	DESENVOLVIMENTO	13
5.1	Vantagens do uso do processo de corte e dobra industrializado.....	14
5.1.1	Perdas	14
5.1.2	Sustentabilidade e o reuso com a sucata	16
5.1.3	Especificação de acordo o projeto estrutural	16
5.1.4	Controle do fluxo de caixa	17
5.1.5	Especificação técnica conforme a norma vigente	18
5.1.6	Controle e Rastreabilidade dos serviços e produtos	20
5.1.8	Logística e espaço.....	22
5.2	Processo do corte e dobra	23
5.3	Política de qualidade	27
5.4	Pré -montagem do aço	29
5.4.1	Vantagens	30
5.4.1.1	Racionalização da mão de obra.....	32
5.4.1.2	Otimização do canteiro de obras	33
5.4.1.3	Facilidade de planejamento da estrutura	34
5.4.1.4	Garantia industrial e garantia do posicionamento das peças por solda	34
5.4.1.4.1	Solda	35
5.4.1.5	Conferência e identificação do elemento estrutural	36
5.4.2	Desvantagens.....	37
6	CONCLUSÃO	40
7	BIBLIOGRAFIA.....	42

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo a construção civil sempre definiu várias características de uma sociedade e da cultura da mesma. Grandes monumentos como, torres, pirâmides, igrejas, templos, pontes foram sempre alvo de grande curiosidade para o ser humano que mesmo sem grande estudo e conhecimento conseguiu realizar obras que até hoje são ressaltadas e visitadas ao redor do mundo.

Já com o desenvolvimento dos estudos a construção civil vem sendo moldada e aperfeiçoada buscando sempre a otimização e melhoria, no que diz respeito a estabilidade e resistência da estrutura a grandes esforços. Com o avanço da tecnologia e com grandes estudos realizados em laboratório, aliado a vivência e experiência de execução na prática, foi possível o desenvolvimento de diversas tecnologias para desenvolvimento das estruturas consideradas modernas. Dentre essas formas de se construir, uma que vem se destacando e sendo bastante utilizada, principalmente no Brasil é a construção em concreto armado.

Esse tipo de construção, por ser muito utilizada ao redor do mundo tem grandes estudos a seu respeito e traz com ela normas que permitem a verificação da resistência a todos os tipos de esforços que podem ser exercidos numa construção, garantindo a sua execução sem maiores problemas, caso o projeto seja executado de acordo com o projeto estrutural. Essa tecnologia de construção vem sendo aprimorada e alguns fatores como custo, disponibilidade de materiais, mão de obra, clima e cultura, favorecem o uso desse tipo de construção no Brasil.

Como o aço é o componente mais caro nesse método construtivo, busca-se então uma otimização no uso desse material. Qualquer redução percentual de custo, pode gerar uma grande economia quando se fala em aço.

Durante o transcorrer desse trabalho serão apresentadas informações para demonstrar as vantagens do uso do corte e dobra aliado ao desenvolvimento da técnica de “pré-armação”, ou pré-montagem, de peças como pilares, vigas, blocos de fundação e estacas na construção civil nos aspectos econômicos, de tempo, espaço, logística, mão de obra, entre outros.

2 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A motivação para efetuar um trabalho a respeito desse tema veio devido ao grande interesse pela área. Tendo como objetivo desenvolver um bom conhecimento a respeito do “corte e dobra”, e algumas das suas subdivisões, de maneira a englobar determinados pontos, que não são usualmente divulgados, a permitir um maior conhecimento sobre todo o processo. A pesquisa tem como objetivo nos fazer compreender mais todas as etapas, vantagens e desvantagens do processo. Além de todos esses aspectos, o corte e dobra de aço, e introduzindo a pré-montagem de algumas estruturas, é algo bem atual e muito utilizado na construção civil, tanto no Brasil quanto ao redor do mundo.

3 OBJETIVOS GERAIS

Os objetivos gerais desse trabalho são encontrar as vantagens e desvantagens do corte e dobra e pré-montagem para utilização em obras de concreto armado, buscando embasamento relacionado a preço, custo, facilidade e logística na aplicação nesse método, mais focado no mercado brasileiro.

Os objetivos mais específicos do trabalho são: Procurar aperfeiçoar o conhecimento sobre os métodos de corte e dobra de aço e seus avanços, buscando o conhecimento acerca de todos os seus aspectos de análise:

- Economia: custos do uso ou não desse processo nas construções em concreto armado
- Logística do processo como um todo: produção, entrega e armazenamento do mesmo em campo de obra
- Tempo: análise do tempo para execução de todo o processo, desde a produção do vergalhão até a aplicação do aço nos componentes de uma obra (pilar, viga, laje).
- Espaço: verificar capacidade dos canteiros de obra em estocar material e verificar o correto armazenamento do mesmo.
- Uso de mão de obra especializada: analisar a execução do processo de maneira correta, por pessoas capacitadas a manusear os materiais com segurança, conhecimento para analisar projetos e executá-los corretamente.

4 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Nesse trabalho, serão utilizados como materiais de estudo, pesquisas e pareceres técnicos relacionados ao processo de corte e dobra, dos quais as informações possam exemplificar todos os fatores que envolvem as vantagens e desvantagens do processo para uma obra da construção civil, focada no mercado brasileiro, levando em consideração diversos aspectos e maneiras de aplicação. Alguns dessas pesquisas foram feitas por siderúrgicas brasileiras, material principalmente colhido da ArcelorMittal Brasil.

Todo o desenvolver desse trabalho se baseia em dados e experiências anteriores colhidas através do processo de modificação do aço na empresa Aço Pronto Nordeste e seu uso na construção civil, que permitiu acompanhar sua evolução e que traz todo seu histórico de desenvolvimento e utilização.

5 DESENVOLVIMENTO

A evolução da construção civil ao longo do tempo é algo notório e podemos observar o processo de corte e dobra, alinhado a pré-montagem de alguns elementos, como mais um dos exemplos relacionados a essa evolução. O sistema atual de produção faz com que se torne necessário para qualquer empresa de qualquer ramo a implementação de um sistema de produção coeso, bem definido em cada função e que torne o processo de execução do produto o menos custoso e conseqüentemente mais lucrativo. A pré-montagem de peças representa uma evolução no mercado da construção civil, no qual, em sua essência, se busca a otimização de espaço, tempo e dinheiro numa obra, evitando desperdícios, e, portanto, estando totalmente alinhado com o pensamento das indústrias ao redor do mundo.

O consumo “per capita” de aço no Brasil, que vem se mantendo na ordem dos 100 kg/hab./ano desde 1980, está muito aquém dos valores observados nas economias desenvolvidas, superiores a 400 kg/hab./ano. O baixo consumo “per capita” mostra que, além da evolução normal decorrente da regular atividade econômica, há elevado potencial de crescimento que pode ser realizado através da promoção do uso do aço, a exemplo do que é normalmente feito nas economias desenvolvidas. No atual estágio da economia brasileira, a

evolução do consumo de aço apresenta elasticidade de renda elevada e forte correlação com as evoluções do PIB e do produto industrial. Cinco grandes setores - construção civil, automotivo, bens de capital, utilidades domésticas e comerciais, embalagens e recipientes representam mais de 80 % do consumo de aço no Brasil. A construção civil responde, sozinha, por cerca de 30 %, sendo o segmento de maior potencial de crescimento.

5.1 Vantagens do uso do processo de corte e dobra industrializado

Os principais tópicos analisados que ofereceram vantagens significativas no uso de processo foram:

- Perdas do material;
- Especificação técnica de projeto estrutural;
- Controle do fluxo de caixa;
- Sustentabilidade
- Especificação técnica conforme a norma vigente;
- Controle e Rastreabilidade dos serviços e produtos;
- Logística e espaço;
- Carga trabalhista;
- Planejamento x Faturamento.

Segue estudo com detalhes de cada tópico descrito.

5.1.1 Perdas

Segundo Formoso et al. (1996), o conceito de perdas na construção civil é, com frequência, associado unicamente aos desperdícios de materiais. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

O processo de corte e dobra visa principalmente a redução de perdas. Através do Índice de perdas de aço na construção civil, realizado por Paseti (2004), mostrado na Tabela 01, tem-se os principais e usuais pontos de perda de material. Levantamento realizado junto as construtoras.

DESBITOLAMENTO DO AÇO	2% a 3%
DIFERENÇA DE PESAGEM	0,8% a 1%
CORTE/PONTAS	4% a 7%
ERRO DE PROJETO	até 2%
ERRO DE EXECUÇÃO	1% a 3%
TROCA DE BITOLAS	até 2%
OUTROS	até 2%
MÉDIA SUPERIOR A 10%	

Tabela 1. (Porcentagem de perdas de aço, PASSETI (2004)).

Só para tornar a exemplificar esses índices, uma média de uso de aço em uma estrutura de concreto armado de 20 andares, seria, no Brasil, na ordem de 300 toneladas. Com um preço médio do aço a R\$ 2,30 o quilo tem-se, só exemplificando com um índice de perda de 10 %, seriam 30 toneladas de perda, o que representa um valor de R\$ 69000,00.

Destacando que esse estudo não considerou perdas relacionadas a desvios/roubos, o que no processo de corte e dobra industrializado torna-se significativamente mais difícil, pois todas as peças já estão devidamente etiquetadas e na quantidade exata.

Outro ponto positivo, agora para a indústria, visando a sustentabilidade é a total reciclagem das perdas por corte. 100% da sucata residual desse processo vira matéria prima para a fabricação de aço.

5.1.2 Sustentabilidade e o reuso com a sucata

De acordo com o Brasil Sustentável (N.I.) "A sustentabilidade está diretamente ligada ao desenvolvimento de vários setores da sociedade, sem que estes agridam o meio ambiente. É através da sustentabilidade que os recursos naturais são utilizados de forma inteligente e são preservados para as gerações futuras. Sustentabilidade é isto, é saber suprir as necessidades presentes sem interferir nas gerações futuras. Um conceito correto e amplo de sustentabilidade está associado a soluções, caminhos e planos que busquem resgatar adoções de práticas sustentáveis na vida de cada pessoa e atinjam uma melhora comum a todos."

Compatível com esse conceito de sustentabilidade, o aço, uma das matérias primas com menor desperdício na construção civil, começou a reutilizar sua principal matéria prima, o minério de ferro, através da sucata.

A sucata para reuso em vergalhões consistem em acumular produtos que contenham ferro em sua composição e que não venham a ser mais utilizados e ao invés de destiná-los para lixões ou aterros. Esse reuso representa uma melhoria em diversos setores, por exemplo o setor automobilístico que destina os resíduos para essas sucatas específicas para diversas empresas especializadas, como é o caso da Fiat no estado de Pernambuco que realiza esse processo junto a Aço Pronto NE, empresa de corte e dobra, parceira da ArcelorMittal Brasil.

Falando especificamente da perda no próprio setor de corte e dobra, a redução se torna considerável com a sucata, pois aqueles vergalhões cortados e que seus restos normalmente não seriam utilizados podem ser totalmente reciclados no processo da produção do aço nas siderúrgicas.

5.1.3 Especificação de acordo o projeto estrutural

De acordo com estudo feito por Carlott (2012), o nível de escolaridade dos funcionários da equipe de produção de corte e dobra em obras está entre a 5ª e a 8ª série em 80%. A maioria sem nenhum curso técnico.

Mesmo com a equipe de conferência de obras atuando fortemente, há riscos de erros na hora da execução. No canteiro de obras estão, na sua maioria, em ambiente aberto suscetível a

intempéries climáticas. Além de estar exposto ao comportamento de funcionários, que como qualquer ser humano, tem variações emocionais.

No estudo realizado em uma unidade do Sistema Belgo Pronto, corte e dobra industrializado da ArcelorMittal Brasil, todos os funcionários de produção apresentaram curso técnico e treinamento na área, além da equipe de pré-montagem apresentar conhecimentos técnicos na área de solda de posicionamento, tópico que será abordado mais na frente.

Os riscos de erros estão presentes em ambos processos, porém muito mais reduzidos no corte e dobra industrializado já que há uma dupla conferência nas peças, uma na indústria e outra na obra. Também a indústria avaliada nesse trabalho que realiza esse processo apresentou o certificado ISO 9001 de Qualidade, o que já apresenta um certo conhecimento e experiência no assunto, gerando uma maior confiança no serviço realizado.

Esse é um ponto bastante importante nas vantagens do uso processo industrializado, pois lembrando que construção civil está ligada diretamente a segurança de pessoas e um erro de execução de projeto, principalmente na fase estrutural, pode gerar sérias consequências.

5.1.4 Controle do fluxo de caixa

O uso da técnica de corte e dobra para construções em concreto armado proporciona grandes ganhos no controle do fluxo de caixa de uma obra. Se comparado esse processo ao mesmo, porém feito em campo, situações como a estocagem de material sem o controle exato do seu uso (não uso do “*just in time*”) e vergalhões não utilizados sob demanda, são exemplos do descontrole que se é causado no fluxo de caixa de uma obra sem a solicitação do corte e dobra dos vergalhões. Esse descontrole leva a perda em outros setores como estocagem de material e custo, devido ao maior trabalho que será realizado pelos armadores.

Seguindo o pensamento do “*lean construction*” e do “*just in time*”, a otimização do processo de corte e dobra com a pré-armação de estruturas como vigas, pilares, blocos e estacas permite ainda mais o controle do estoque. Essa capacidade de controle reflete diretamente no fluxo de caixa, pois a solicitação de material será feita periodicamente, sob demanda e pode-se ter um grande controle e linearidade nos pedidos, não havendo grandes variações durante a construção.

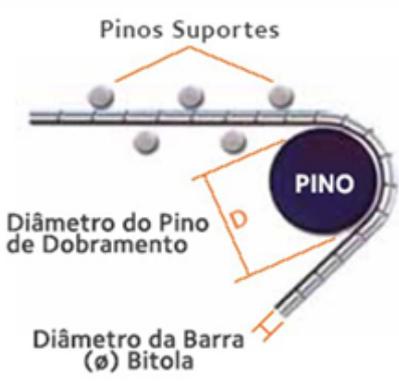
5.1.5 Especificação técnica conforme a norma vigente

O processo de corte e dobra do aço no canteiro de obras é bastante rudimentar e manual. É usada uma mesa de dobramento com pinos suportes, posicionados para o travamento dos vergalhões. Pinos de dobramento, que teoricamente teriam que ser substituídos para cada diâmetro da barra, de acordo com a norma. E uma chave de dobramento que é conectada a um tubo de aço galvanizado para aumentar o raio de ação na hora do funcionário forçar o movimento. Também é usada uma mesa de corte com uma serra (lixadeira) circular, processo com alto risco de acidentes.

Na indústria de produção do “corte e dobra”, todo o sistema é automatizado e com equipamentos específicos e construídos de acordo com a NBR 7480:2007 “Aço destinado a armaduras para estrutura de concreto armado”, norma de especificação de estudo do comportamento do aço com suas movimentações. No canteiro de obra é normalmente, utilizada a norma NBR 6118/2014 que fala sobre concreto armado em geral. As condições de dobramento na NBR 6118 são menos rígidas que a NBR 7480 que foi especificada com ensaios em laboratório. O risco de acidentes e de erros é quase reduzido a zero no uso da norma mais específica. Outros pontos que também permitem que o dobramento de acordo com essa norma seja em pino mais apertado que a NBR 6118 são:

- a) no laboratório de ensaio da siderúrgica a temperatura ambiente é melhor controlada;
- b) a aplicação da força de dobramento é constante e homogênea no laboratório;
- c) os pinos suportes da máquina de dobramento no laboratório têm giro livre, impedindo o travamento da barra.

Na Figura 1 segue o comparativo de diferença de pinos por bitolas entre as duas normas.



Dobramento do aço

Categoria do Aço	Uso no Laboratório (NBR 7480/07)		Uso na Obra (NBR 6118/03)	
	Diâmetro do Pino		Diâmetro do Pino	
	Bitola < 20mm	Bitola ≥ 20mm	Bitola < 20mm	Bitola ≥ 20mm
CA 60	5 X Ø	-	6 X Ø	-

Dobramento do aço

Categoria do Aço	Uso no Laboratório (NBR 7480/07)		Uso na Obra (NBR 6118/03)	
	Diâmetro do Pino		Diâmetro do Pino	
	Bitola < 20 mm	Bitola ≥ 20 mm	Bitola < 20 mm	Bitola ≥ 20 mm
CA 50	3 X Ø	6 X Ø	5 X Ø	8 X Ø

Figura 1. (Tabela de diâmetros dos pinos de dobra do aço/ Catálogo Corte e Dobra ArcelorMittal).

Além que na obra são usados métodos bastante práticos (Figura 2) e sem muito estudo o que acaba gerando muitos casos de deformações não desejadas na barra e nos piores casos fissuras nas mesmas, que podem passar despercebidas e são perigosas pois diminuem a resistência do aço naquela região podendo chegar até seu rompimento. Na Figura 3 algumas fissuras ocorridas na dobra manual.

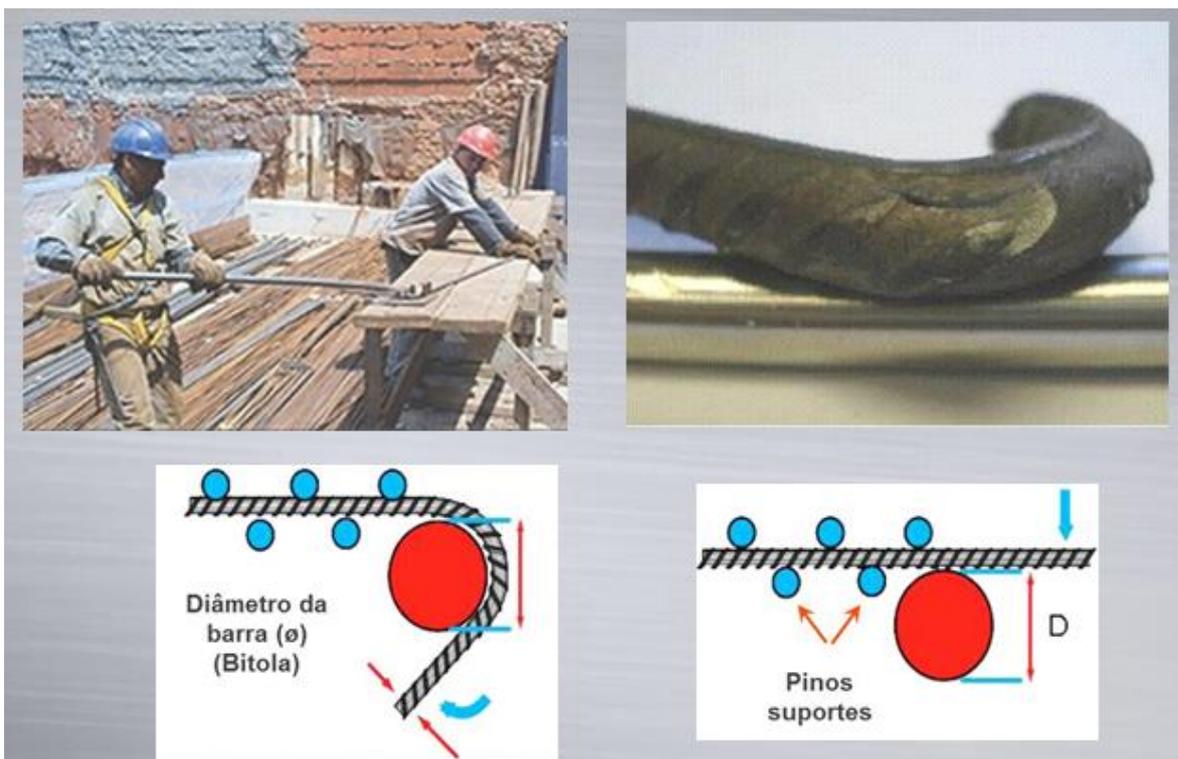


Figura 2. (Processo de dobra do aço na obra/ Imagens da Apresentação da Aço Pronto Nordeste).



Figura 3. (Rompimentos indesejáveis do aço na dobra/ Fotos cedidas pela Aço Pronto NE).

5.1.6 Controle e Rastreabilidade dos serviços e produtos

Controle e rastreabilidade do produto fornecido foram ferramentas que o corte e dobra dos vergalhões trouxe com grande força junto a seu uso. O controle hoje se dá por sistemas modernos que permitem etiquetar cada um dos vergalhões, especificando seus tamanhos, tipos de cortes e dobras, além de posições das peças. Já a rastreabilidade está toda lincada a grandes sistemas que as grandes siderúrgicas possuem, como a ArcelorMittal, que permite a rastreabilidade de cada vergalhão pelo controle do mesmo com códigos de barra, validando o transporte e uso de todas as peças. A Figura 5 apresenta todo o processo de produção e modificação do aço, com sua rastreabilidade.

Em uma breve comparação entre o corte e dobra e o uso de vergalhões não cortados e dobrados é possível observar que essa rastreabilidade e controle se dá de forma muito mais efetiva com o corte e dobra prévio. Essa técnica permite muito melhor controle de estoque no almoxarifado e obra, além de grande segurança da rastreabilidade das peças devido às etiquetas (Figura 4) que garantem a segurança até mesmo no transporte até a construção.

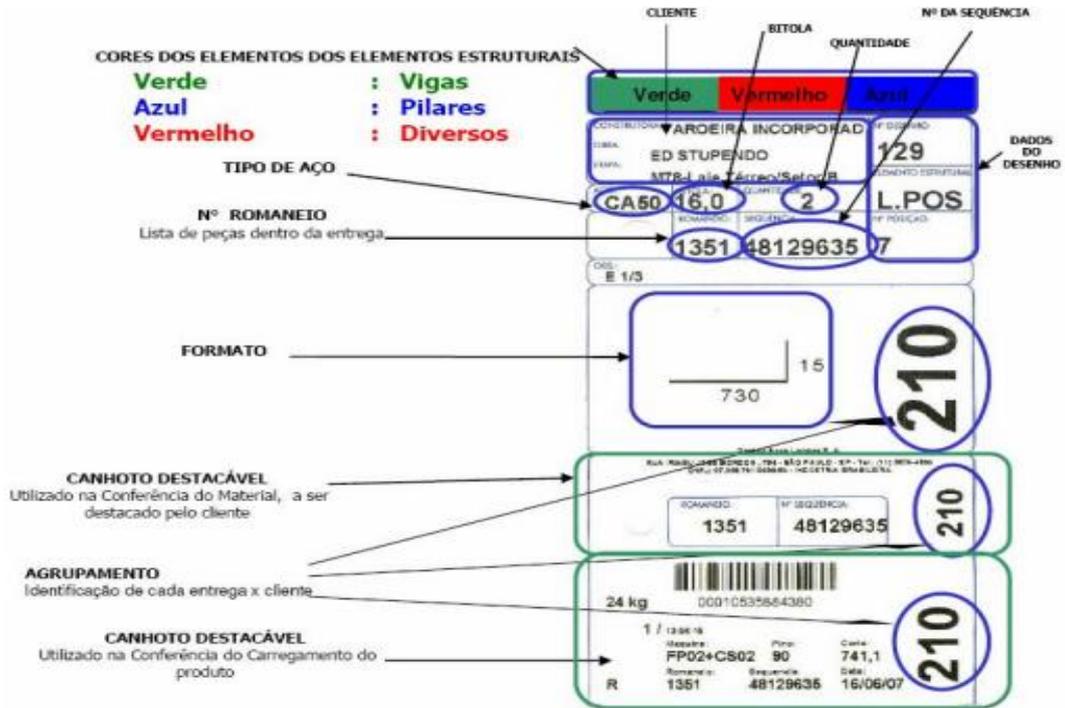


Figura 4. (Etiqueta de rastreabilidade/ Etiqueta Corte e Dobra Gerdau Armafer)).

A etiqueta é um importante instrumento de racionalização, seu manuseio é muito simples, dispensando a pesagem do caminhão, evitando gastos, tempo e dinheiro (GERDAU ARMAFER, 2006).

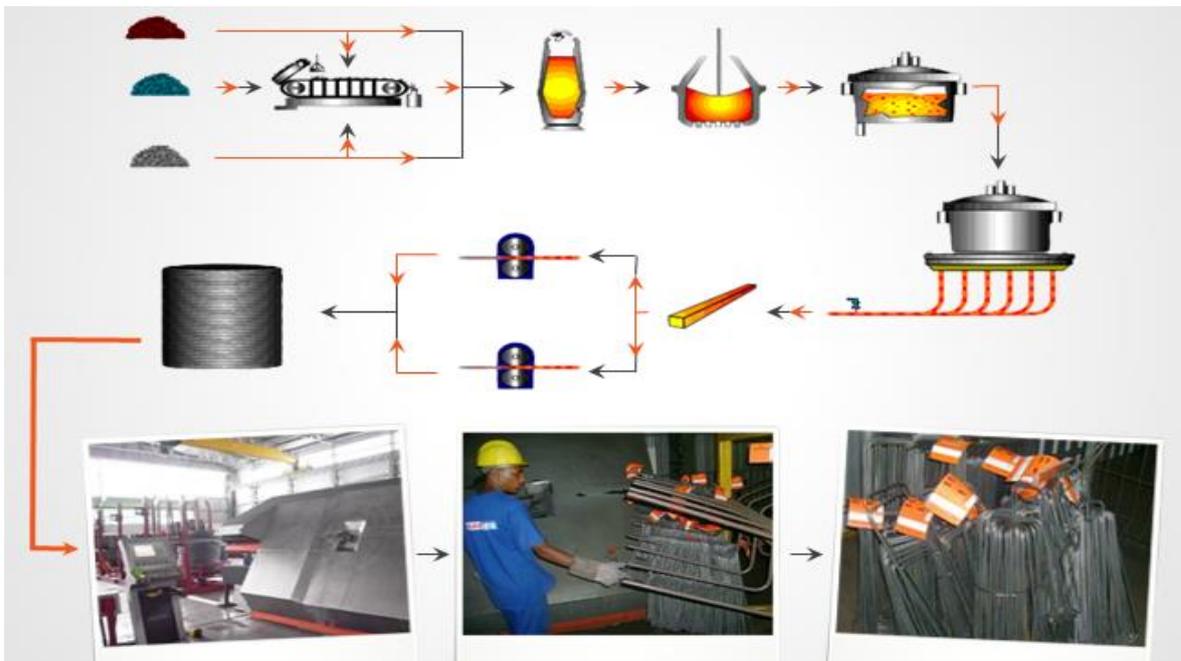


Figura 5. (Rastreabilidade no total processo de confecção, produção, corte e dobra e transporte do aço/ /Catálogo Corte e Dobra ArcelotMittal).

5.1.7 Carga trabalhista e produtividade

No Brasil esse tópico é um dos mais importantes a se analisar devido às altas taxas de impostos. Num estudo interno e prático realizado na incorporadora recifense MOURA DUBEUX S/A, o índice a se considerar todos os custos de um funcionário de obra à empresa é de 2,45 vezes o seu salário. Além de custos indiretos que se tem ao trabalhar com corte e dobra na obra como faltas de funcionários e paralizações devido às condições climáticas.

No estudo feito por Carlott (2006), estimou-se uma maior produtividade no processo industrializado de aproximadamente 30% comparado ao processo manual. O que oferece uma redução direta desse percentual na equipe, uma seleção de melhores funcionários e diminuição no processo construtivo.

Um dos principais pontos da industrialização/terceirização dos processos e serviços no mercado nacional é exatamente evitar vínculos empregatícios, pois são de grande custo e desgaste devido à política empregatícia do país.

5.1.8 Logística e espaço

A extrema urbanização das grandes cidades gera uma menor disponibilidade de espaço, tornando os grandes centros muito povoados e trazendo a verticalização e proximidade entre as construções como solução imediata, mas não planejada. Se torna cada vez mais difícil e em muitos casos, impossível o armazenamento de alguns materiais que serão utilizados na construção dentro do seu canteiro de obras. Essa situação está levando a construção civil cada vez mais para o caminho da industrialização dos processos construtivos. Podemos verificar essa tendência de se industrializar em casos como a demanda de concreto industrializado, forma pronta, corte e dobra de aço, argamassas estabilizadas e chegando até ao uso de peças pré-fabricadas em concreto armado.

Aliado a todas as desvantagens de se ter uma produção em massa de corte e dobra de aço em obra, quando se é apenas solicitado o vergalhão para manuseio em campo, tem-se o perigo com o trabalho com esse tipo de material, a estocagem do mesmo e o seu mal-uso em relação ao projeto. Portanto, o corte e dobra trouxe para as obras o alinhamento do conceito de "*lean construction*" e propiciou um grande controle logístico do transporte e de utilização em obra, facilitando o uso e manipulação do mesmo.

A logística se dá desde o transporte até a estocagem do material. Levar vergalhões cortados e dobrados permite que o transporte de material seja destinado com etiquetas especificando o seu correto uso, comprimento, entre outras especificações normativas. Ao chegar na obra, a logística se dá devido à redução do número de trabalhadores manipulando o aço, que já vem cortado e dobrado e, portanto, só necessita a partir deste momento sua devida montagem.

Associado ao pensamento de "*lean construction*", as grandes siderúrgicas nacionais começaram a introduzir o processo de pré-montagem no mercado brasileiro. Esse processo elimina a estocagem de aço no canteiro, estando associado a um bom planejamento, e cria um processo construtivo mais acelerado e limpo, diminuindo as etapas de execução realizadas dentro do canteiro e ajudando consideravelmente na melhoria da utilização do reduzido espaço disponível para construção das obras e estocagem de materiais.

5.2 Processo do corte e dobra

Alguns fatores como produzir o material fora do especificado no projeto, utilizar um diâmetro diferente cortar ou dobrar as barras diferente do especificado no projeto, fazem com que as perdas sejam muito maiores. Isso ocorre comumente em obras, diferentemente na indústria onde o processo é controlado fase por fase. Se forem observadas características como a modernização das máquinas implementadas, se torna ainda mais visível essa discrepância de perdas, devido a eficiência desses equipamentos que chegam a ter perda de 0% em alguns casos.

De acordo com MARQUES (2013) "No Brasil os trabalhos de corte e dobra se iniciaram por volta de 1989, onde uma das primeiras unidades instaladas foi no estado do Rio de Janeiro, e logo após para os estados mais próximos como São Paulo e Minas Gerais. As unidades de corte e dobra foram construídas nessas regiões, pois elas estavam localizadas próximas as usinas siderúrgicas."

O processo de corte e dobra é constituído de três partes:

- Endireitamento: Na produção realizada pelas siderúrgicas, o aço com bitolas inferiores a 20mm são produzidos e mandados em bobinas (rolos) e o seu endireitamento pode se dar através de máquinas que transformam esse aço enrolado em barras retas para uso

como vergalhões. No processo o aço bobinado é desenrolado passando pelos roletes endireitadores existentes nas máquinas, tendo como finalidade deixar o aço na forma de barras retas. (Figura 7).

Dentre as formas de se transformar o aço das bobinas em barras podem se utilizar os roletes tracionadores ou endireitadores.

No caso dos roletes endireitadores, a máquina é composta por pinos metálicos dos quais o aço vai passando e se desenrolando devido à passagem pelos pinos que em formato de "V" endireitam o aço para o posterior corte e dobra do mesmo.

Já os roletes tracionadores, apesar de terem o mesmo objetivo, utilizam, como já diz o nome, da tração do aço para endireitá-los e formar o vergalhão reto para posterior corte e dobra.



Figura 6. (Máquina de endireitamento do aço em bobina/ Foto tirada na Aço Pronto Nordeste, em Recife. 2015).

- Corte: O corte, nada mais é do que a execução do corte da barra para deixá-la no tamanho solicitado em projeto para sua aplicação. O processo industrializado se dá através de máquinas que cortam ou o rolo ou a barra em tamanho adequado a necessidade de projeto. (Figura 8).



Figura 7. (Máquina de corte dos vergalhões/ Imagem de uma Indústria de Corte e Dobra alemã).

- Dobra: O processo de dobra do aço pode ser realizado de maneira manual (Figura 11) ou através de máquinas automáticas (Figura 9) ou semiautomáticas (Figura 10) produzidas por empresas, como por exemplo Schnell e que são utilizadas em galpões de corte e dobra com o objetivo de agilizar a execução do processo e da entrega as obras. O processo de corte e dobra foi aderido em grande escala em quase todas as capitais do Brasil pelas grandes siderúrgicas nacionais e internacionais.



Figura 8. (Máquina automática de dobra dos vergalhões/ Foto tirada na Aço Pronto Nordeste, Recife, 2015).



Figura 9. (Maquina semiautomática de dobra dos vergalhões/ Imagem retirada da internet).



Figura 10. (Processo manual de dobra do aço/ Imagem retirada da Apresentação de Corte e Dobra, Gerdau Armafer).

Citado como um dos principais desenvolvimentos no que diz respeito a otimização de espaço e tempo, a pré-montagem de peças na construção vem sendo implementada no Brasil, após sua comprovada eficácia em construções ao redor do mundo. A pré-montagem consiste basicamente em um avanço do processo de corte e dobra, onde se desenvolveram tecnologias para possibilitar a soldagem dos vergalhões visando a facilitação na montagem do mesmo sem necessidade de arames ou qualquer outro tipo de emenda extra. O vergalhão destinado ao processo de pré-montagem tem características diferentes dos convencionais, onde, como já citado, se é permitida a soldagem do mesmo, diferentemente dos vergalhões convencionais, devido a uma camada externa de pequena espessura que permite a solda do mesmo sem perda de sua resistência e características.

5.3 Política de qualidade

Para se viabilizar o processo de corte e dobra se torna extremamente importante uma política de qualidade e de avaliação de desempenho, na qual se permita observar os principais pontos de dificuldade e avaliar os locais onde se encontram os maiores desperdícios para reduzir resíduos e otimizar o material utilizado no processo. O processo de gestão de qualidade representa uma maneira de viabilizar e verificar com uma política a qualidade e avaliação de desempenho.

Seguindo o conceito de Paladini (2009), considerando a popularidade do termo “Qualidade”, deve-se levar em conta, em sua definição técnica, dois aspectos fundamentais:

1. Qualquer que seja a definição proposta para a qualidade, espera-se que ela não contrarie a noção intuitiva que se tem sobre ela, isto é, o que já se sabe a respeito do assunto;
2. Como a questão da qualidade faz parte do dia-a-dia das pessoas, não se pode identificar e delimitar seu significado com precisão.

Dentro desse contexto, a Gestão da Qualidade deve entender que os funcionários são pessoas comuns que também receberam fora da empresa uma carga considerável de definições dos termos da qualidade como qualquer consumidor. Sendo assim a estratégia de envolvimento

da área de Recursos Humanos com a qualidade pode tirar partido do fato, já que se tem noção intuitiva da qualidade.

Um posicionamento correto da Gestão da Qualidade sobre o assunto é enfatizar o seguinte: para definir corretamente qualidade, o primeiro passo é considerar a qualidade como um conjunto de atributos ou elementos que compõem o produto ou o serviço. Este conceito bem definido e praticado numa empresa cria-se uma “Cultura da Qualidade”. Entende-se cultura como um conjunto de valores que a sociedade atribui a determinados elementos, situações, crenças, ideias etc.

A meta da Gestão da Qualidade é focalizar todas as atividades produtivas para o atendimento do consumidor, considerando os múltiplos itens relevantes. À medida que se investe em um processo de acompanhamento que visa observar como o cliente se comporta e como se alteram suas necessidades e preferências, de forma a atendê-las cada vez melhor.

Avaliada a questão de qualidade, logística e desempenho da empresa, se torna possível a definição dos preços e a competitividade do produto no mercado. No Brasil, atualmente a grande maioria das obras é realizada em construção de concreto armado, e conseqüentemente o uso do corte e dobra vem sendo largamente utilizado pois dentro do conceito de “*Lean construction*” a pré-montagem de elementos possibilita grande redução de componentes em campo de obra como: mão de obra, espaço físico para estocagem e logística. Com isso, esse serviço atualmente se torna extremamente competitivo e viável no âmbito do mercado da construção civil brasileira.

5.4 Pré-montagem do aço

Seguindo o mesmo pensamento do processo de corte e dobra, apontando os pontos de “*lean construction*” e redução e industrialização do processo construtivo, as siderúrgicas nacionais estão introduzindo no mercado o aço para concreto armado já pré-montado. É uma evolução no mercado nacional pois acelera todo o processo e inicia a ideia de “*just in time*”, que nada mais é que a chegada e uso direto do material, sem armazenamento.

A pré-montagem das peças é feita com pontos de solda de posicionamento, diferentes da solta de ligação que pode influenciar na resistência do material. Os vergalhões também apresentam uma composição diferente, chamados de aços soldáveis.

Essa ideia veio seguindo uma tendência mundial, onde países como a Alemanha, França e Itália já usam esse processo em quase toda as suas construções em concreto armado. Do mesmo jeito que o “corte e dobra” chegou no mercado revolucionando o processo de preparação do aço, a montagem industrializada também vem com a intenção de eliminar etapas.

A ideia foi implementada com o intuito de reduzir ainda mais processos e a mão de obra dentro das construções e como consequências diretas a redução de custos, encargos, problemas de manuseio, estocagem, transporte e utilização sob demanda. Por tudo isso, o uso de elementos pré-montados de aço em construções de concreto armado permite um grande controle da qualidade e da execução da obra.

"A Industrialização da Construção é um processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho e técnicas de planejamento e controle, objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva" (FERREIRA, 2001, p. 5). O processo de pré-montagem de peças nada mais é do que a evolução do processo construtivo, objetivando o controle de execução e ganho de produtividade.

Por ser uma ideia nova no Brasil, ainda há resistência de alguns construtores quanto à viabilidade e custo de todo o processo. Segue principais vantagens e desvantagens analisadas para o mercado atual.

5.4.1 Vantagens

- Racionalização de mão de obra na fase estrutural, levando à redução de custos;
- Otimização do canteiro da obra;
- Facilidade de planejamento executivo da estrutura;
- Garantia de qualidade industrial, através da utilização de tecnologia de ponta e mão de obra especializada;
- Melhoria dos controles executivos em razão da industrialização dos processos de produção
- Garantia do posicionamento exato das peças estruturais do elemento através de solda
- Conferencia do elemento estrutural antes do posicionamento na forma, garantindo fidelidade ao projeto estrutural;
- Identificação detalhada dos elementos estruturais.

Muitos pontos semelhantes aos do processo de “corte e dobra”, o que mostra uma natural evolução e otimização do processo do aço como um todo.

O processo inicia com o corte e dobra tradicional, mas com o aço diferenciado, e depois passado para uma equipe técnica especializada e devidamente treinada onde irão posicionar e soldar as peças de acordo com o projeto solicitado. Com um alto controle de qualidade as estruturas finais são reconferidas por uma equipe de qualidade, só assim destinando, devidamente sinalizadas, à obra.



Figura 11 . (Máquina para execução de estacas/ Foto tirada na Aço Pronto Nordeste, Recife, 2015).



Figura 12. (Estacas recebendo tratamento final, devidamente identificadas/ Foto tirada na Aço Pronto Nordeste, Recife, 2015).



Figura 13. (Bloco de fundação pré-montado/ Foto tirada na Aço Pronto Nordeste, Recife, 2015).

Dependendo das dimensões das peças, pelo transporte e posicionamento na forma, elas podem ser encaminhadas “pré-montadas”, precisando apenas de uma montagem final das partes, (Figura 15). Exemplos de blocos largos (Figura 14), pilares de arranque, ou estacas muito grandes.

Todo o processo precisa ter um planejamento bem claro e criado em conjunto, indústria-cliente, pois pode haver a necessidade que a equipe de montagem da indústria vá a obra para esses ajustes finais.



Figura 14. (Emenda de partes das estacas na obra com mão de obra da Indústria/ Foto tirada do empreendimento da construtora BFC, Recife, 2015).

5.4.1.1 Racionalização da mão de obra

Na fase inicial de uma construção, fundação, esse serviço toma a maior eficiência estudada, pois não se torna necessária uma equipe de produção especializada (armadores). Todas as peças projetadas, dependendo de seu tamanho, já podem vir completamente montadas no transporte.

Armação de estacas de Hélice contínua (Figura 12 e 13), Franki ou Raiz, Blocos de fundação e arranque de pilares podem ir para a obra 100% montados, e algumas dessas peças serem transportadas e posicionadas “*just in time*” com auxílio de caminhão Munk.



Figura 15. (Transporte e montagem de bloco de fundação e pilar de arranque/ Foto tirada em uma obra da Incorporadora Moura Dubeux S/A, em parceria com a Aço Pronto Nordeste, Recife, 2015).

Dependendo do tipo de obra e dimensões pode ser necessário uma pequena equipe para esses acabamentos finais, podendo ser até funcionários de outras áreas como carpintaria, mas não se compara a equipe que seria requisitada para a armação completa na obra, (Figura 16). Fala-se de uma grande economia direta nessa fase inicial de obra.

Já na etapa de lajes (pavimentos), foi-se observado um número prático de 30% de redução na equipe, pois ainda é necessário o encaixe das vigas e total montagem da laje. As vigas vêm pré-montadas se partindo no encontro com pilares, onde haverá a junção da mesma. Algumas já podem ser fornecidas 100% prontas, depende apenas da configuração e distribuição da mesma, pois as peças deverão ser içadas pela grua, onde existe um limite de carga.

5.4.1.2 Otimização do canteiro de obras

Seguindo a ideia de “*just in time*”, seria desnecessário um espaço para estocagem do aço, o que é um aspecto importante observando os terrenos restantes em grandes metrópoles. Mas ainda são poucos os empreendimentos que acreditam e fazem acontecer esse processo.

Muitos estocam as peças já prontas para depois posicionar em seu devido lugar na estrutura. Muito desse receio de novas ideias também vem por causa da instabilidade do mercado atual, onde os clientes ficam temerosos de ficarem “dependentes” das indústrias para o uso do material. Como já foi dito, para esse processo ser otimizado é preciso uma parceria forte entre indústria-construtora, pois ambas têm prazos e metas a cumprir, então atrasos devem ser exceções.

Com menor necessidade de espaço, automaticamente a obra fica mais “*clean*”, mais limpa, pois a estocagem de aço exige grandes áreas.

5.4.1.3 Facilidade de planejamento da estrutura

Com menos processos no canteiro de obra, fica mais fácil o planejamento e diminui possibilidade de atrasos. É necessário planejar bem toda a fase estrutural da obra. Datas de entregas e de concretagem devem ser conciliadas para uso ótimo da grua da obra. A parte financeira e de controle ficam mais fáceis por eliminar muitas despesas indiretas e desvios, e o faturamento apenas do que se realmente está usando, sem acúmulo de estoque gerando dinheiro parado. Todos esses pontos a serem estudados pois, normalmente, não entram diretamente nas análises de custos e viabilidade do uso desse serviço. Mais uma vez enfatizando a importância da dupla gerência estarem totalmente alinhadas, indústria de pré-montagem com a construtora.

5.4.1.4 Garantia industrial e garantia do posicionamento das peças por solda

Como essa fase processo também se torna industrial, há toda uma política de qualidade em relação ao produto entregue. Então tem-se uma maior confiabilidade no posicionamento e dimensionamento das peças. A industrialização dos processos construtivos diminui drasticamente os erros recorrentes na construção civil e torna os trabalhos menos manuais. Da mesma forma que o corte e dobra já domina o mercado atual, a “pré-montagem” também traz a mesma linha de pensamento, diminuir o trabalho em campo e melhorar o controle de faturamento e estoque.

Outro ponto com grande importância é a segurança. Como frisado no tópico de corte e dobra, o ambiente da indústria tem um maior controle e proteção. Na obra os trabalhadores

estão expostos a grandes riscos ergométricos, de altura, de queda de material além das variações climáticas. As peças são montadas com equipamento de solda com controle de corrente e em ambiente isolado e específico para o trabalho.

5.4.1.4.1 Solda

A solda de posicionamento é diferente da usada na ligação estrutural de aço. A soldagem não estrutural é usada para substituir a amarração do arame recozido. Esse tipo de solda gera uma maior resistência na movimentação das peças comparado ao arame. Corrente, tipo de ligante, especificação do ponto, tudo de acordo com a norma NBR 14931:2004, “Execução de estruturas de concreto – Procedimento”. São soldas que visam unir elementos da armadura, sem a finalidade de transmitir esforços, mas que com resistência suficiente para suportar o transporte, montagem e concretagem. (Figura 17)



Figura 16. (Solda não estrutural, ou de posicionamento/Imagem retirada da Apresentação ArcelorMittal-Aço Pronto NE – Pré-armados).

A falta de regulamentação no processo de soldagem a ponto na armação das estruturas de construção civil e o não conhecimento adequado dos profissionais que executam a solda, torna necessário controlar as etapas de fabricação, para prevenir acidentes e erros. Sempre deve-se atentar que erros na construção civil podem ter grande repercussão, dependendo da gravidade e dimensão da obra.

5.4.1.5 Conferência e identificação do elemento estrutural

Com a etiqueta do material, fornecida pela indústria, com as devidas dimensões da peça, sua nomenclatura de projeto e o código de rastreabilidade da nota fiscal, o controle e conferência se torna muito mais prático. É claro que não está excluída a hipótese de erro de fábrica, mas com uma dupla checagem, fornecedor e cliente, a possibilidade de erro se torna pequena e com isso evita-se grandes problemas futuros, sempre vistos na engenharia civil.

De acordo com o fornecedor estudado Aço-Pronto Nordeste / ArcelorMittal Brasil, os vergalhões recebem um número de identificação, figura 18, desde sua produção, passando pelo corte e dobra e depois a peça recebe um outro identificador que liga todos os vergalhões usado nela, com isso tem-se um controle de qualidade bastante rígido, e clareza na rastreabilidade do material. Na nota fiscal do cliente está apresentado esses códigos para cada um dos elementos.

Outro fato de maior confiabilidade observado, foi que a empresa recifense apresenta um certificado de qualificação para exercer esse serviço, com auditorias de controle, como uma ISO. Isso passa às construtoras uma garantia de serviço e grande controle da qualidade.

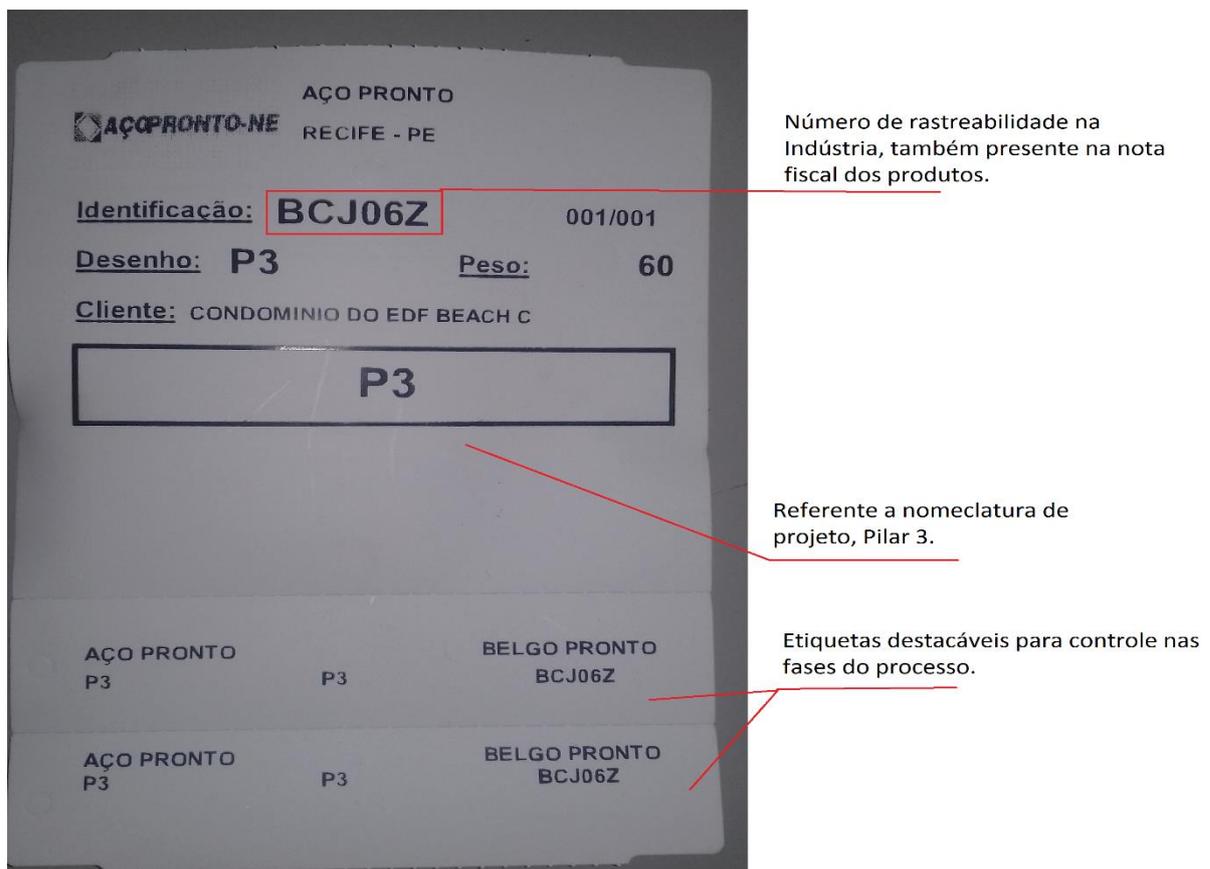


Figura 17. (Explicação da etiqueta do pré-montado/ Foto tirada da etiqueta da rastreabilidade das peças da Aço Pronto NE, Recife, 2016).

5.4.2 Desvantagens

A maior desvantagem do uso desse processo no mercado atual seria o preço. Como a maioria dos gestores da indústria da construção civil estão temerosos pelo mercado que segue, o comparativo com economias diretas pende contra a tecnologia. Mas se analisar o processo como um todo, e todas as vantagens indiretas, esse processo pode gerar bastante comodidade e economia ao cliente. Como o uso é de mão de obra especializada e alta qualidade de execução e controle, os custos chegam a se comparar com os do apenas “corte e dobra”, o que seria uma boa vantagem. Mas dependendo dos preços do mercado e da mão de obra usada na construção, fazendo comparativos superficiais e básicos, os preços podem ser um pouco mais altos.

Como esse método ainda é introdutório no Brasil, essa breve repulsão do mercado também pode gerar um custo maior do serviço. Mas quando se analisa o processo como um todo, pode-se ver que as vantagens são muito maiores. Esse trabalho de conclusão de curso tem também como objetivo quebrar certos paradigmas do processo geral de pré-montagem, o que mesmo ocorreu com o corte e dobra do aço quando chegou no mercado brasileiro, e hoje está presente em quase toda a totalidade das obras.

Um ponto que pode gerar problemas também é a falta de planejamento e gerenciamento do recebimento das peças. Como citados muitas vezes anteriormente, esse método é otimizado com um bom planejamento e atendimento binário, fornecedor-cliente, onde a ideia de *“just in time”* possa ser posta em prática. Se o cliente tiver grande espaço para armazenamento e maquinário para logística das peças, sem problemas. Mas como a tendência das construções atuais são de usar terrenos cada vez menores, então o ideal de chegar o material e já usá-lo, já posicioná-lo (Figuras 19 a 22), pode ser um grande peso positivo na balança da escolha do uso ou não desta tecnologia.



Figura 18. (Posicionamento de uma armadura montada de bloco de fundação/ Empreendimento da Construtora CETA, Recife, 2015)



Figura 19. (Movimentação da armadura de um bloco de fundação com ajuda do caminhão Munk fornecida pela indústria de pré-montagem/ Empreendimento da Construtora CETA, Recife, 2015).



Figura 20. (Bloco de fundação concretado/ Empreendimento da Construtora CETA, Recife, 2015).



Figura 21. (Içamento de pilares pré-montados pela grua da obra/ Empreendimento da Construtora CETA, Recife, 2014).

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento e aprimoramento é primordial em todas as áreas de atuação. A otimização dos processos que levam ao fim desejado e qualidade no serviço final sempre foram os objetivos tanto dos fornecedores quanto dos consumidores. Esses aperfeiçoamentos dos processos de preparação do aço para o uso no concreto armado já estão mais que consolidados em países que utilizam esse método construtivo. Há uma década o “corte e dobra” (processo industrial) do aço chegou ao Brasil, e foi extremamente difícil sua entrada no mercado local. Hoje quase 100% das vendas das grandes siderúrgicas para o mercado da construção civil já contemplam esse processo.

A pré-montagem industrial do aço chegou a pouco tempo no mercado, e revivendo a história, ainda é um serviço diferenciado, incomum e duvidoso para o mercado nacional. Mesmo com as tecnologias e estudos vindo do exterior, de países onde essa prática já é comum, ainda vai haver um tempo para a consolidação e aceitação do processo como um todo.

Uns dos objetivos desse estudo também é apresentar essa prática, pois a muitos profissionais da área de construção civil que desconhecem essa tecnologia, e desmistificar o processo de preparação do aço, desde a produção do vergalhão até a entrega da peça cortada, dobrada e montada na obra. Esses processos estão sendo oferecidos para acelerar, otimizar, controlar e garantir a qualidade do serviço na fase estrutural dos empreendimentos. Claro que esses processos podem ser inviáveis para alguns projetos, mas analisando a maioria, que hoje já é quase um padrão no mercado, pode ser bastante interessante o uso desses serviços de produção.

Uma interação com *feedbacks* de ambas as partes, tanto da indústria para o cliente quanto o inverso, é extremamente importante para uma otimização de todos esses processos. Especialmente na pré-montagem onde a uma das intenções desse serviço é poder utilizar a ideia do “*just in time*” e reduzir a necessidade de estocagem de aço nas obras e diminuir quantidade de mão de obra no canteiro.

Os construtores, gestores de obras de construção civil, devem enxergar o processo como um todo. Toda a facilidade, controle e economia generalizada que o corte e dobra seguido da pré-montagem do aço pode trazer, e não somente o custo simples e direto desses serviços. Esses

processos industrializados, bem utilizados, pode ajudar na gestão da construção civil trazendo vantagens além de financeiras, como sustentabilidade ecológica, agilidade e qualidade do serviço.

7 BIBLIOGRAFIA

ALBRECHT, Karl. **Revolução nos serviços**: como as empresas podem revolucionar a maneira de tratar os seus clientes. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

ALMEIDA, Martinho Isnard Ribeiro de. Manual do Planejamento Estratégico, 2ª Ed. São Paulo: Atlas 2003.

ARCELORMITTAL 50S. Disponível em: <<http://longos.arcelormittal.com.br/pdf/produtos/construcao-civil/arcelormittal-50s/cartilha-arcelormittal-50s.pdf>> . Acesso em 23 de Março de 2015

ARCELORMITTAL 50S - SOLDÁVEL. Disponível em:
<<http://longos.arcelormittal.com.br/pdf/produtos/construcao-civil/arcelormittal-50s/catalogo-arcelormittal-50s.pdf>> . Acesso em 23 de Março de 2015

COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO DE CORTE E DOBRA DE AÇO INDUSTRIALIZADO E EM OBRA DE UM EDIFÍCIO. Disponível em:
<<http://fleming.unochapeco.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/00008F/00008F38.PDF>>. Acesso em 20 de Maio de 2016

CORTE E DOBRA DE AÇO. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/38/corte-e-dobra-de-aco-281686-1.aspx>>. Acesso em 12 de Junho de 2016

DIRETRIZES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Disponível em:
<<http://longos.arcelormittal.com.br/responsabilidade-corporativa/sustentabilidade/diretrizes-desenvolvimento-sustentavel/>> . Acesso em 12 de Junho de 2016

SIDERURGIA BRASILEIRA: PRINCÍPIOS E POLÍTICAS. INSTITUTO DE AÇO BRASIL Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/publicacoes.asp>> . Acesso em 19 de Dezembro de 2015

UTILIZAÇÃO DO AÇO CORTADO E DOBRADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Disponível em:
<<http://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/10869/4685/1/Carlos%20Henrique%20Castro%20Ribeiro%20Marques.pdf>>. Acesso em 20 de Maio de 2016