

1. INTRODUÇÃO

Basta uma pequena reflexão sobre a história da humanidade para se entender que a construção civil sempre existiu, para atender às necessidades básicas do homem, como abrigo e proteção, por exemplo.

Antigamente, mesmo sem estudo ou conhecimento teórico o homem construía suas cavernas, caminhos, monumentos, ferramentas, etc. Usava os materiais do jeito que os encontrava na natureza, adaptando-os conforme suas necessidades. Com o tempo é natural que o mesmo tenha evoluído e desenvolvido novas técnicas. De acordo com Verçoza (1975), até o período dos grandes descobrimentos, a técnica resumia-se em modelar os materiais encontrados na natureza, na sua forma bruta (pedra, barro, madeira, metais e fibras). Com o passar do tempo, aumentaram os padrões de exigências requeridos e foi necessário o surgimento de materiais com maior resistência, durabilidade e melhor qualidade. De 1850 até 1859, Joseph Louis Lambot realiza as primeiras experiências práticas introduzindo barras de ferro na massa de concreto, dando início ao concreto armado (concreto com barras de aço nele imersas). Até 1920 era empregado o termo concreto de ferro, mas a partir desta data substituiu-se pela expressão “concreto armado”, pois o material passa a ser o aço, no lugar do ferro. Em seguida, Joseph Monier aprimora as experiências e fica conhecido como o inventor do concreto armado (VASCONCELOS, 1992)

O vergalhão é definido como “barra ou fio de aço com comprimento aproximado de 12 m.” (FREIRE, 2001), e é um item que tem sido indispensável para a construção civil até os dias atuais. Até o final dos anos 70, os serviços de corte e dobra no Brasil eram executados de forma artesanal, usando muita mão de obra.

As usinas siderúrgicas entregavam o aço ao consumidor em forma de rolos, com aproximadamente 2 toneladas ou barras de 12 metros, e isso acabava exigindo improvisações para adaptações nas obras, com poucos recursos tecnológicos. Na Europa, já se percebia um desenvolvimento importante para a época. Os níveis de industrialização e automatização dos serviços de corte e dobra de aço para construção civil eram, para o momento, bastante avançados. Conhecendo a realidade brasileira e a tecnologia europeia, um imigrante polonês, Sr. Leon Herzog, trouxe para o Brasil, em 1989 a primeira filial de sua distribuidora com a prestadora de serviços de corte e dobra de aços para construção civil, em São Paulo. (FILHO, 2010)

Assim, até a década de 90 o vergalhão era comercializado, geralmente em barras com 12 (doze) metros de comprimento e na maioria das situações de corte havia um desperdício muito grande de material, onde nem sempre se utilizava toda a barra de vergalhão. Em meados da década de 90 com esse novo processo, o vergalhão é retirado de bobinas de 02 (duas) toneladas, passando por uma máquina de CD (corte e dobra), eliminando definitivamente as perdas de material nas obras, conforme será mais detalhado no desenvolvimento deste trabalho.

E como o tema “sustentabilidade” deve ser considerado primordial em todos os segmentos e áreas, por meio do presente trabalho será apresentada a relação entre esses dois assuntos e como um processo pode colaborar com o outro.

"O desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades " (Brundtland, 1987).

2. JUSTIFICATIVA

Devido à extrema importância do vergalhão para o segmento da construção civil, que é fundamental para a economia mundial, propõe-se um estudo mais aprofundado sobre o mesmo, relacionado ao processo de corte e dobra e ao tema sustentabilidade. Isso, porque, apesar de todo o estudo e conhecimento sobre o tema, a construção civil ainda é apontada como uma das principais responsáveis pela degradação do meio ambiente.

“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)

A proposta do trabalho é mostrar que um planejamento adequado, com materiais apropriados, pode minimizar custos, otimizar resultados para a empresa e seus *stakeholders* (todos os envolvidos na organização, como os clientes, acionistas, funcionários, sociedade, etc.), e contribuir positivamente com o planeta.

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste trabalho é mostrar como o corte e dobra de vergalhão contribui para o setor de construção civil de maneira sustentável.

3.1 Objetivos específicos

- I. Fazer uma analogia entre os dois processos e relacioná-los com o tema sustentabilidade;
- II. Pesquisar as vantagens e desvantagens do processo de corte e dobra industrializado do vergalhão;
- III. Investigar os benefícios e impactos negativos para a empresa e seus *stakeholders*.

A metodologia aplicada nesta monografia será um estudo de caso, feito em uma empresa especializada em corte e dobra de vergalhão e, quando for o caso, em obras de alguns dos seus clientes.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A Sustentabilidade e a Construção Civil

Percebe-se que há alguns anos, o tema “sustentabilidade” tem se tornado muito freqüente ao segmento da construção civil. Observa-se uma preocupação significativa dos profissionais do meio com o desperdício de materiais, além da devastação do meio ambiente. A origem da preocupação com o tema surgiu a partir de inúmeras discussões, as quais ganharam destaque a partir de 1992, na Conferência de Estocolmo, com a Agenda 21¹. No ano de 1987, a ex-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, realizando um informe para a ONU (Organização das Nações Unidas) afirmou que um desenvolvimento é duradouro quando responde às necessidades do presente, sem colocar em perigo as capacidades das gerações futuras.

Para Figueiredo (2007) a sustentabilidade é um conceito sistêmico relacionado com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana.

Costa (1998) expõe dois motivos que defendem a utilização de rejeitos industriais em produtos de construção. O primeiro atende a uma conceituação geral, internacionalmente reconhecida e intimamente ligada à própria expansão e sedimentação das ações, visando à preservação ambiental e ecológica do planeta. O segundo, mais particular ao Brasil, diz respeito ao setor da construção civil e contempla interesses de ordem técnica e econômica.

No que concerne às razões ambientais e ecológicas, sabe-se que, em todo o mundo economicamente desenvolvido, as ações pertinentes à preservação do ambiente natural e de sua correspondente ecologia vêm ganhando, atualmente, adeptos e conseguindo vitórias através de legislações preservacionistas e de práticas produtivas cada vez menos predatórias e mais restauradoras. ...Trata-se de uma reação natural – e benigna, na medida em que provoca um deslocamento para uma posição de equilíbrio – aos excessos cometidos contra o meio ambiente por aqueles que pretendem produzir de forma indiscriminada, tendo como limites apenas sua própria economia de produção, sem considerar o impacto de suas ações sobre a ambiência e a ecologia. ...O aproveitamento de rejeitos de qualquer tipo, e em particular os rejeitos industriais, deve ser encarado como uma prática preservacionista restauradora, de elevado sentido ambiental e ecológico. Por esta razão e apenas por esta, já se justificaria a busca de utilização desses produtos na construção civil, independente de outras ações simultâneas (Costa, 1998, p. 45-46).

Isaia (1995, p. 01) menciona:

Além dos aspectos técnicos e funcionais, hoje a sociedade exige não só bom desempenho dos materiais ou da construção, mas também das interações com o meio ambiente, em busca daqueles cuja obtenção ou realização se materializam com menor impacto ecológico e menor ônus energético.

O autor observa que esse posicionamento foi apropriadamente colocado por Mehta (1986) quando enfatizou que a escolha dos materiais de construção deve atender aos itens iniciados pela letra E: Engenharia, Economia, Energia e Ecologia. Isaia (1996) afirma, ainda, que a perspectiva de consumo dos resíduos é uma contribuição que a engenharia oferece à sociedade, com o objetivo de preservar o meio ambiente e, ao mesmo tempo, produzir construções mais duráveis e com menor custo econômico e social. Tal aspecto também é comentado por Tavares *et al.* (1996). Estes autores sustentam que a engenharia, na sua forma de ciência e tecnologia, pode contribuir muito à questão ambiental, através da manipulação dos seus principais fatores: tecnologia, processo, informação e recursos humanos.

Assim, a construção civil vem se adequando à nova realidade e exigências do mercado e da natureza. Eliminar perdas desnecessárias, reduzir custos, otimizar a produção e ser sustentável tem sido objetivo constante das empresas do ramo. Para

¹ Agenda 21 é um projeto que viabiliza o novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional, idealizada em 1972, mas que surtiu efeito em 1992, através da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) ou ECO-92.

isso, as demandas de projetos bem planejados aumentaram, pois o intuito é não haver desperdício de materiais nos canteiros de obras no final das execuções.

4.2 O corte e dobra na Construção Civil

Conforme mencionado na introdução deste trabalho, até o final dos anos 70 os serviços de corte e dobra no Brasil eram executados artesanalmente e o aço era entregue ao cliente por meio de imensos rolos ou barras. Visionário e com propriedade no assunto, o grupo Belgo Mineira entrou com força total no mercado de aços para construção civil no Brasil, no início dos anos 90. Para isso, incorporou algumas usinas importantes, como a Siderúrgica Mendes Junior. Assim, a Belgo estava inserida no corte e dobra de aço para a construção civil brasileira.

De acordo com Dornelas (2001), o mundo está em constante transformação e essas transformações ocorrem principalmente pelas invenções que revolucionam o estilo de vida das pessoas, sendo essas invenções criadas através de pessoas ou grupo de pessoas revolucionárias, que questionam, empreendem e que arriscam. Ainda sobre invenções, Porter (1986) diz que alguns empreendedores criaram invenções que revolucionaram o mundo e, com o avanço tecnológico, as invenções parecem ser cada vez mais constantes, o que chama a atenção para que o comportamento e o processo empreendedor sejam estudados e entendidos.

Vislumbrando o corte e dobra de aço como um serviço sob encomenda para um cliente muito dinâmico, que é a obra, a Belgo decidiu desenvolver um projeto onde seriam oferecidas ao mercado, parcerias com empresas, antes clientes tradicionais e exclusivos, distribuidores de aço. Essas empresas, de pequeno porte, seriam mais ágeis e flexíveis, oferecendo um serviço de melhor qualidade. Estabeleceu-se então

o Projeto Belgo Pronto. Era a força e reconhecida qualidade da marca Belgo, aliada à agilidade e flexibilidade, além da presença no mercado local do distribuidor.

4.3 As perdas do aço nos canteiros de obras

Segundo Vázquez (1997), a proteção ambiental é um dos maiores desafios que a sociedade enfrenta atualmente, mais especificamente as reduções no consumo energético e de matérias-primas naturais, e a produção de resíduos.

Nesse contexto, este trabalho discute algumas implicações existentes entre a construção civil e o meio ambiente, mencionando sobre o desperdício no processo construtivo, ocasionado especialmente pela geração do entulho em obra, e qual o papel do corte e dobra de vergalhão para a construção sustentável. Segundo Andrade e Sousa (1999), as perdas mencionadas em geral ocorrem e podem ser identificadas durante a etapa de produção. Entretanto, as mesmas podem ser oriundas do próprio processo de produção, como também dos processos que o antecedem como fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projeto, suprimentos e planejamento.

O trabalho fala sobre o gerenciamento no canteiro de obras, mostrando melhorias tecnológicas relacionadas ao corte e dobra do aço, que estão sendo implantadas pelas empresas de do segmento de construção civil que se preocupam com a sustentabilidade do planeta. Na construção civil, podem ser considerados indicadores de perdas o percentual de material comprado em relação à quantidade realmente necessária, o tempo de giro dos estoques, o percentual do tempo improdutivo em relação ao tempo total do trabalho, as horas-homem gastas com retrabalho em relação ao consumo total, entre outros. Esses são apenas alguns dos

indicadores para exemplificarem os tipos de perdas nas obras. E, definitivamente, perdas e desperdícios não combinam com sustentabilidade.

De acordo com Lopes, 1992, o aço estrutural ocupa lugar de destaque dentre os insumos que apresentam elevada intensidade de perda verificada. Por exemplo, os vergalhões enviados aos canteiros de obras, normalmente não possuem orientação de montagem. Isso seria fundamental, pois o produto acaba sendo cortado e montado em diversas medidas, sempre gerando sobras que dificilmente serão aproveitadas. O resultado é um monte de barras de aço perdidas, que serão direcionadas para sucatas e, juntas com os outros materiais gerarão muito entulho. Isso envolve transporte, espaço, perdas financeiras, prejuízos ao meio ambiente, Como exemplificado na figura 4.1.



Figura 4.1: Sobras de vergalhões quando cortado e dobrado na obra

Monitorar a perdas de materiais é muito importante, já que podem representar mais de 50% do custo total da obra. Como perdas de materiais é considerada a variação percentual entre a quantidade de material gasto para no serviço e a quantidade estimada, representando o consumo teoricamente necessário.

No enfoque da qualidade, como melhoria dos processos, várias abordagens têm sido realizadas referentes ao cálculo de indicadores para a construção civil. De acordo com Picchi (1993), o levantamento de indicadores de consumo de materiais é fundamental para a avaliação do processo e análise de medidas para a melhoria. Segundo um levantamento dos índices de perdas, feito por Passeti (2004), foram identificados e quantificados os vários tipos de perdas que podem ocorrer no aço (Tabela 4.1).

Tabela 4.1: Índice de perdas de aço em obra, levantamento junto às construtoras.

Corte / pontas	4,0 a 7,0
Desbitolamento do aço	2,0 a 3,0
Erro de execução	1,0 a 3,0
Diferença de pesagem	0,8 a 1,0
Erro de projetos	0,0 a 2,0
Troca de bitolas	0,0 a 2,0
Outros	0,0 a 2,0
Somatório	7,8 a 20,0
Média superior a 10%	

(fonte: José Ângelo Passeti, 2004)

Para exemplificar, este trabalho apresentará os resultados da pesquisa de perdas de aço na execução de estruturas de concreto armado em obras estudadas em alguns estados brasileiros (Maranhão, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, Bahia e Ceará), apoiada pelo convênio SENAI/SINDUSCON, assessoria da USP e fomento do convênio FINEP-ITCQ. Serão apresentados os indicadores globais e parciais obtidos, discutindo sobre as principais causas identificadas e procurando traçar algumas recomendações para redução das perdas.

4.4 Resultados obtidos e análise das causas de perdas do aço

Os casos estudados sobre o aço para a confecção da estrutura em Concreto Armado, podem subdividir-se em dois grupos: aço em vergalhão e aço pré-cortado e dobrado.

Os resultados referentes ao aço em vergalhões podem ser vistos na Tabela 4.2, enquanto a Tabela 4.3 refere-se ao aço cortado e dobrado. Nota-se um melhor desempenho para esta última opção, o que seria esperado na medida em que se elimina a etapa de corte no processamento do aço.

Tabela 4.2: Valores de Perdas do Aço em Vergalhão

Serviço	Material	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
Estrutura de concreto	Aço em Vergalhão	4,12	5,03	-22,20	23,55

(fonte: FINEP/ITQC/USP, 1997)

Tabela 4.3: Valores de Perdas do Aço Pré-Cortado e Dobrado

Serviço	Material	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
Estrutura de concreto	Aço Pré-Cortado e Dobrado	3,92	3,60	3,05	5,16

(fonte: FINEP/ITQC/USP, 1997)

Ainda com relação ao aço em vergalhões, detectou-se uma tendência de perdas menores nos casos de fios (Tabela 4.4), em relação às barras (Tabela 4.5).

Tabela 4.4: Valores de Perdas do Aço em Vergalhão (Fios)

Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
-1,74	3,27	-22,20	6,05

(fonte: FINEP/ITQC/USP, 1997)

Tabela 4.5: Valores de Perdas do Aço em Vergalhão (Barras)

Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
-1,74	3,27	-22,20	6,05

(fonte: FINEP/ITQC/USP, 1997)

O desbitolamento, que pode ser uma das explicações das perdas, pode ser observado na Tabela 4.6.

Tabela 4.6: Valores de Desbitolamento do Aço em Vergalhão

Média	Mediana	Mínimo	Máximo
(%)	(%)	(%)	(%)
2,75	2,75	2,50	3,00

(fonte: FINEP/ITQC/USP, 1997)

O exemplo a seguir foi apresentado em uma tese de doutorado em estruturas e construção civil. Na figura 4.2 são apresentados os resultados de um estudo de caso da empresa Gerdau S/A que exemplifica as vantagens da utilização do sistema de corte e dobra. Nesse estudo realizado em 2008 foi possível realizar uma análise e identificar qual sistema seria utilizado para corte, dobra e armação. (OLIVEIRA, 2011, p.88 *apud* GERDAU S/A, 2008)

O sistema industrial apresentou resultados mais satisfatórios que o convencional, apresentando uma redução de 11% do valor da etapa de armação.

COMPARATIVO DOS CUSTOS AÇO BARRA RETA E AÇO CORTADO E DOBRADO NA INDÚSTRIA			
Referência - Obra Residencial Riviera			
Peso do aço consumido na obra em toneladas <u>482 ton</u>			
AÇO - barra reta		AÇO - cortado e dobrado	
Custo do aço BARRA RETA	1.074.045,42	Custo do aço CORTADO E DOBRADO	1.223.465,42
Custo da perda de 10%	107.404,54	Perda - zero %	-
Custo mão-de-obra cartão com encargos	291.775,44	Custo mão-de-obra cartão - equipe = 60%	175.065,26
Custo tarefas e extras	73.477,00	Custo tarefas e extras - equipe = 60%	44.086,20
Custo discos de corte	2.154,96	Custo discos de corte - 10%	215,50
Custo aluguel policorte - 12 meses	1.560,00	Custo aluguel policorte - 20%	312,00
Custo da energia elétrica = R\$ 0,03/kg	14.460,00	Custo da energia elétrica - 20%	2.882,00
Custo serventes desc./amaz/bancadas etc	30.562,32	Economia financeira - aplicação	(5.000,00)
R\$ 1.595.469,68		R\$ 1.441.036,38	
CONCLUSÃO			ECONOMIA DE
O valor para aço cortado e dobrado é 11% INFERIOR que o aço barra reta e trabalhado na obra.			154.433,30

Figura 4.2: Análise comparativa entre o custo de barra reta e aço cortado e dobrado por sistema industrial (Fonte Gerdau S/A)

5. OS PROCESSOS DE VERGALHÃO NA EMPRESA FERRO E AÇO TAKONO S/A

5.1 Corte e dobra de vergalhão

Considera-se corte e dobra quando o vergalhão é cortado e dobrado industrialmente e já vai pronto para o cliente, sem necessitar de adaptações.

De maneira geral, o processo de corte e dobra de vergalhão consiste nas seguintes etapas:

- I. O departamento de vendas da empresa recebe o projeto do cliente seja no formato de pranchas ou em arquivos digitalizados e encaminha para a engenharia;
- II. Também é de responsabilidade do departamento de engenharia fazer o levantamento do quantitativo, bem como o planilhamento, que é a determinação de especificações das posições, formatos, dimensões, quantidades, pesos, espessuras, etc.;
- III. Ainda no departamento de engenharia são geradas as Etiquetas (ANEXO I), de produção, que contêm a descrição de quantidades de peças com suas respectivas posições, posição do projeto, números das Ordens de Serviços (O.S.), bitola, entre outros, e também são gerados os arquivos com os programas de produção. Esses arquivos são lançados nas máquinas que executarão o corte e dobra;
- IV. Após a produção (aço cortado e dobrado), o setor de produção etiqueta manualmente os produtos com os dados dos respectivos clientes e

encaminha os mesmos para o setor de armazenamento. Normalmente esse produto fica armazenado aguardando demais posições concluírem o agrupamento e, só então, há a conclusão da solicitação do cliente. Quando está completo, encaminha-se o material ao cliente. Juntamente com esse material acompanha-se um Manual de Descarga e Conferência. (ANEXO II).

Percebe-se que há toda uma organização cuidadosa no processo de corte e dobra, justamente para entregar tudo conforme o pedido do cliente. Isso terá reflexo positivo na obra, pois facilitará a conferência e o rastreamento dos produtos, conforme Romaneio (ANEXO III), e o Resumo do aço (ANEXO IV), enviados juntamente com a nota fiscal. Essa organização otimiza a montagem das estruturas, a limpeza do ambiente, entre outros itens fundamentais para o bom funcionamento da obra.

5.2 Aço convencional

É o vergalhão que vai inteiro para o cliente e só será cortado e dobrado na obra, ou seja, as adequações serão feitas pelos funcionários do cliente, de acordo com os recursos que possuírem.

De forma simplificada, o processo consiste em:

- I. O vendedor recebe a solicitação do cliente que, na maioria das vezes, já vem com o quantitativo calculado pelo encarregado da obra ou pelo pedreiro;

- II. O vendedor faz um orçamento daquele quantitativo e informa sobre a condição de pagamento, prazo de entrega, qualidade do produto, etc.;
- III. No aço convencional a mercadoria tem duas formas de serem entregues:
 - a) Barras retas (também conhecidas como estiradas) com 12 metros, que são transportadas em carretas, ou em caminhões específicos;
 - b) Barras de 12 metros, dobradas ao meio para facilitar o transporte em caminhões comuns.
- IV. O cliente autorizando o orçamento é feito então um pedido de separação do material, conforme as quantidades e bitolas solicitadas;
- V. A mercadoria é encaminhada para a obra do cliente e o mesmo fica com a responsabilidade do corte e dobra, conforme as suas necessidades.

6. COMO É FEITO O CONTROLE DE DOBRAMENTO NA INDÚSTRIA

Conforme a ABNT NBR 7480 (2007) onde as exigências de dobramento para o aço CA25, CA50 e CA60, no laboratório de ensaio, são as seguintes (Tabelas 6.7, 6.8 e 6.9):

Tabela 6.7: Diâmetro do pino de dobra na indústria para cada categoria do aço

Bitola da barra a dobrar	Diâm. do pino p/ cada categoria do aço		
	CA25	CA50	CA60
< que 20 mm	2 \emptyset	4 \emptyset	5 \emptyset
\geq a 20 mm	4 \emptyset	6 \emptyset	-

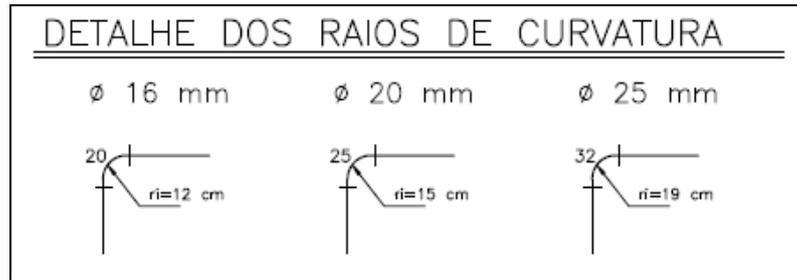
(fonte: NBR 7480, 2007, p.33)

Tabela 6.8: Diâmetro do pino de dobra na indústria para cada bitola de vergalhão

TIPO DE ARMAÇÃO	BITOLA	DIÂMETRO DO PINO DE DOBRAMENTO (cm)
ESTRIBOS	5	1,5
	6,3	1,9
	8	2,4
	10	3,0
ARMAÇÃO LONGITUDINAL	5	9,0
	6,3	10,0
	8	12,0
	10	15,0
	12,5	19,0
	16	24,0
	20	30,0
	25	38,0

(fonte: NBR 6118: 2003, p.34 e p. 38)

Tabela 6.9 – Detalhe dos raios



(fonte: NBR 6118: 2003, p.177)

De acordo com Andrade (2009), todos os grandes fabricantes fazem o ensaio de dobramento em seus laboratórios conforme as indicações desta norma, e somente depois da aprovação o material é liberado aos clientes.

Observa-se que as condições de dobramento nessa norma são mais rígidas do que na NBR 6118 (2002), permitindo maior segurança ao usuário de que o material enviado ao mercado não apresenta qualquer anomalia, se obedecidas as instruções de uso. Outros pontos que também permitem que o dobramento desta norma seja em pino mais apertado que a NBR 6118 são:

- 1º) No laboratório de ensaio da siderúrgica a temperatura ambiente é melhor controlada;
- 2º) A aplicação da força de dobramento é constante e homogênea no laboratório;
- 3º) Os pinos suportes da máquina de dobramento no laboratório têm giro livre, impedindo o travamento da barra.

É importante a divulgação da tabela de diâmetros mínimos dos pinos de dobramento, como incentivo ao bom uso dos vergalhões para estrutura de concreto.

7. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO PROCESSO INDUSTRIAL DE CORTE E DOBRA DE VERGALHÃO

Conforme reportagem apresentada pela revista Techne (2007) e Belgo Pronto (2010), serão apresentadas, nos itens 7.1 e 7.2, as vantagens e desvantagens do corte e dobra do vergalhão industrialmente.

7.1 Vantagens

A seguir, uma relação das vantagens da utilização do vergalhão cortado e dobrado industrialmente, no que se refere à economia, qualidade e praticidade:

- a) Eliminação de perdas por sobra de pontas;
- b) Eliminação também das bancadas, equipamentos e ferramentas improdutivas;
- c) Diminuição na possibilidade de desvios ou roubos;
- d) Entregas programadas (fornecimento de acordo com necessidade do cliente) ocasionando redução do capital de giro;
- e) Possibilidades de redução no cronograma da obra;
- f) Redução nos custos administrativos e com mão de obra;
- g) Melhor gestão dos estoques;
- h) Menor espaço de armazenamento;
- i) Mitigação dos riscos de acidentes de trabalho nas obras;

- j) Peças identificadas, prontas para serem montadas;
- k) Certificação ISO 9001 para o aço oferecido;
- l) Uso de alta tecnologia nos equipamentos, possibilitando precisão dimensional;
- m) Material dobrado conforme as normas da ABNT;
- n) Assistência técnica e consultoria pós venda;
- o) Facilidade no planejamento dos serviços;
- p) Disponibilização de relatórios gerenciais;
- q) Melhor controle no recebimento do material;
- r) Fácil rastreamento das peças, devido ao romaneio e etiquetas que seguem junto com a nota fiscal;

7.2 Desvantagens

As desvantagens são mínimas, mas existem e devem ser consideradas para uma comparação entre os dois processos. São as seguintes:

- a) Caso haja erro de projeto ou planilhamento na indústria, as peças chegam à obra em dimensões erradas e pode não haver tempo hábil para a empresa fazer a reposição de novas peças ao cliente;

- b) O gerenciamento das peças no canteiro é um pouco mais complexo, pois em vez ter apenas o material separado por bitola, o mesmo deverá ser separado por elementos estruturais, bitolas, dimensões e formatos;

- c) As peças prontas exigem um cuidado maior no momento de descarga desse material na obra, principalmente porque os feixes podem se enroscarem ou não abrirem, havendo uma mistura dos lotes. Deve-se haver cautela nessa etapa, o que pode consumir algumas horas, dependendo do grau de capacitação do funcionário, organização do caminhão e condições do canteiro. Sendo assim, CICHINELLI (2004) diz que a necessidade de separar o material pode causar um retrabalho desnecessário.

8. METODOLOGIA

Para sustentar os objetivos do presente trabalho foram levantados alguns dados em duas obras de clientes da empresa Ferro e Aço Takono S/A, referentes aos processos empregados na produção do aço cortado e dobrado. Este estudo de caso visa reter os quantitativos de cada etapa em questão, para os dois métodos: corte e dobra industrial e entrega do aço convencional para corte e dobra na obra. Estes quantitativos são base para uma analogia da produtividade da mão-de-obra, áreas ocupadas pelo aço, índices de perdas e viabilidade econômica, para a identificação de qual método afeta a produtividade, perdas e custos na execução das armaduras.

8.1 Visitação dos canteiros de obras

Por meio de visitas foram analisados os canteiros de duas obras (que chamamos de “x” e “y”, sendo empreendimentos de mesmo porte, em Belo Horizonte e sua região metropolitana, respectivamente. O primeiro utiliza o aço convencional (sistema de corte e dobra na própria obra) e o outro trabalha com o sistema de corte e dobra industrializado. O objetivo principal da análise dos canteiros é o levantamento do espaço utilizado para estocagem, corte, dobra e montagem das barras de vergalhão.

8.2 Metodologia para análise do corte e dobra industrializado

Inicialmente foi realizado o contato com a empresa e, em seguida o agendamento da visita. Posteriormente, foi analisado o projeto e o planilhamento para se obter o consumo real da obra.

Durante a visita foi identificada a área ocupada pelos vergalhões, consumo de aço, tempo gasto na montagem e custo do aço cortado e dobrado. Com isso, foi calculado o custo total para compra e montagem do aço para as etapas acompanhadas.

8.3 Metodologia para análise do aço convencional (corte e dobra na obra)

Assim como na outra empresa, houve um contato inicial com a empresa e, em seguida agendada a visita. Depois, foi analisado o projeto e as notas fiscais de compra do aço e, com eles, feito o planilhamento para saber o peso real a ser consumido.

Da mesma forma que na empresa anterior, na visita foi identificada a área ocupada pelos vergalhões, consumo de aço, tempo gasto na montagem e custo do aço cortado e dobrado. Com isso, foi calculado o custo total para compra e montagem do aço para as etapas acompanhadas.

9. RESULTADOS

Conforme item 8.1, foram realizadas visitas em duas obras, as quais chamamos de “x” e “y”. Seguem abaixo as características físicas das mesmas (tabela 9.10).

Tabela 9.10: Características físicas das obras

OBRAS	CARACTERÍSTICAS	EQUIPE	MÉTODO UTILIZADO
OBRA “X”	Prédio residencial: área construída = 2368, 70 m ²	4 armadores	Aço convencional (corte e dobra na obra)
OBRA “Y”	Prédio residencial: área construída = 3980, 30 m ²	4 armadores	Aço corte e dobra industrializado

9.1 Perdas do aço convencional (cortado e dobrado na obra)

Através do projeto e notas fiscais foi feito o planilhamento e o levantamento exato da quantidade de aço que seria necessário para executar a obra, sem perdas, e foi possível analisar o previsto e o consumo real da obra.

Tabela 9.11: Análise de perda para o aço cortado e dobrado na própria obra

OBRA	AÇO PREVISTO (KG)	AÇO COMPRADO (KG)	AÇO EXECUTADO (KG)	OUTROS (KG)	PERDAS (KG)	PERDAS (%)
OBRA "X"	26048,10	29300,00	28262,19	1037,81	2214,09	11,10

9.2 Perdas do aço corte e dobra industrializado

De acordo com a empresa Ferro e Aço Takono S/A, fornecedora do aço cortado e dobrado, a perda com esse processo é insignificante. Não considera-se perda zero, pois pode haver o mínimo de perda com troca de bobinas, regulagem da máquina ou ajuste de produção, mas isso não é repassado para o cliente. Pode sim, haver uma pequena perda para o cliente nos casos em que o mesmo executou o projeto errado ou devido a modificações de última hora, depois que o material já foi entregue na obra.

10. CONCLUSÃO

Este estudo de caso nos mostrou uma variação de 11,10 % entre os dois processos (corte e dobra industrializado do aço e corte e dobra executado em obra), sendo que no primeiro (industrial) a perda é praticamente zero. Percentual que pode interferir significativamente nos custos do empreendimento, reduzindo seus lucros ou até mesmo levando a prejuízos financeiros. Além dos impactos para a empresa, há os ambientais, que devem ser enfatizados.

No método industrializado, a princípio, o custo inicial do aço é mais elevado, devido ao valor agregado sobre o produto pela prestação do serviço da indústria. Mas com a diminuição das perdas, eliminação de processos na obra e o aumento na produtividade, torna-se mais lucrativo financeiramente, se comparado com o aço convencional, cortado e dobrado em obra.

Com essa analogia dos resultados pode-se afirmar que o método de corte e dobra de aço industrial é muito mais vantajoso que o convencional, executado em obra, em relação aos custos, produtividade, espaços utilizados, perdas, qualidade e segurança e, conseqüentemente com o aspecto ambiental, pois não há desperdícios, não há sobras, entulhos de vergalhões que degradarão o meio ambiente, como acontece com o método convencional.

Com isso, fica claro que o corte e dobra de vergalhão contribui para o setor de construção civil de maneira sustentável.

11. FIGURAS DO PROCESSO DE CORTE E DOBRA E DO AÇO CONVENCIONAL

No item 4.3 foi apresentada a figura 4.1, mostrando sobras de vergalhões decorrentes do processo do aço convencional (cortado e dobrado na obra), e no item 4.4, a figura 4.2 que mostra um comparativo de custos nos dois processos. Seguem abaixo as figuras 11.3 até 11.18, referentes a várias etapas dos dois processos (corte e dobra industrial e aço convencional), na empresa Ferro e Aço Takono S/A, distribuidora dos produtos ArcelorMittal: recebimento do produto, descarga, armazenamento, corte e dobra, fabricação de outras formas (telas, colunas, estacas) e alguns equipamentos utilizados.

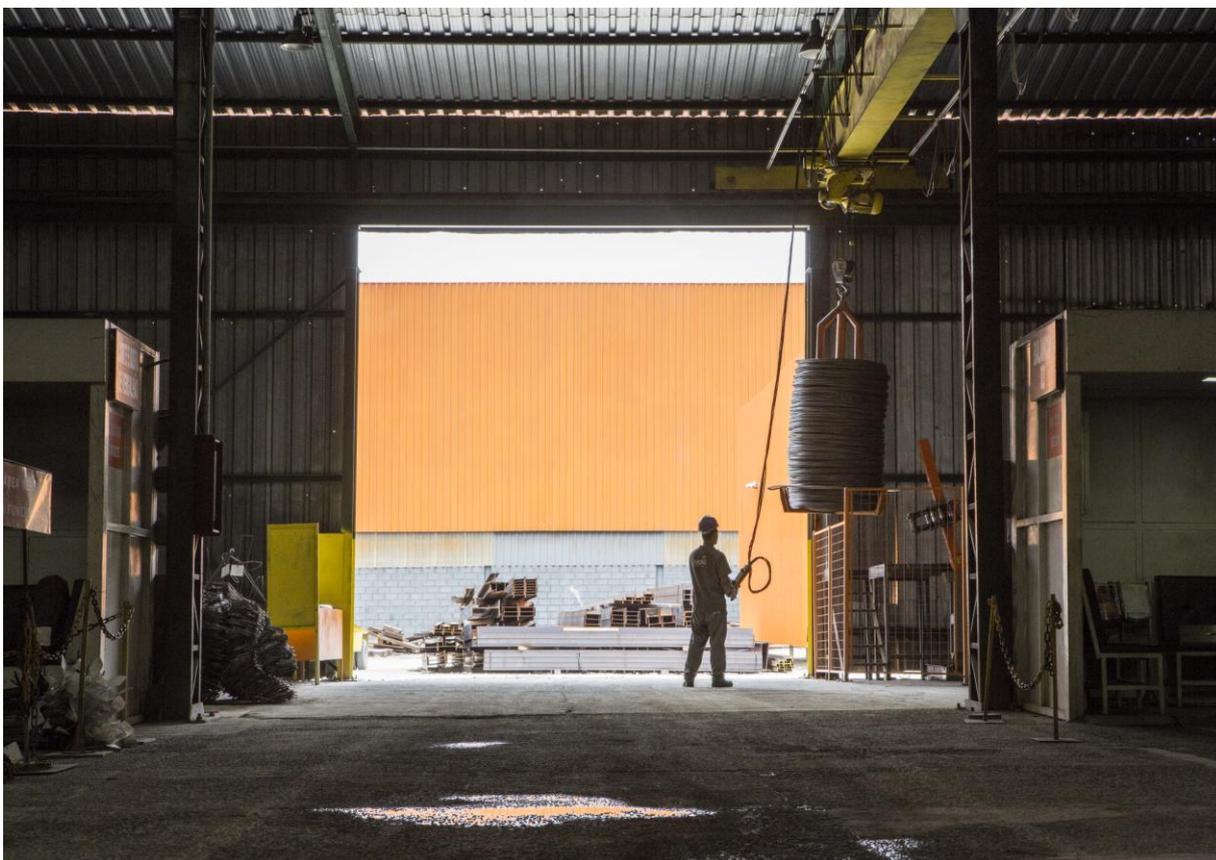


Figura 11.3: Para corte e dobra, o aço chega em bobinas de aproximadamente 2 toneladas.



Figura 11.4: Processo de carga e descarga de aço convencional.



Figura 11.5: Dobra do aço convencional para transporte.



Figura 11.6: Bobina de aço com a etiqueta do fabricante.

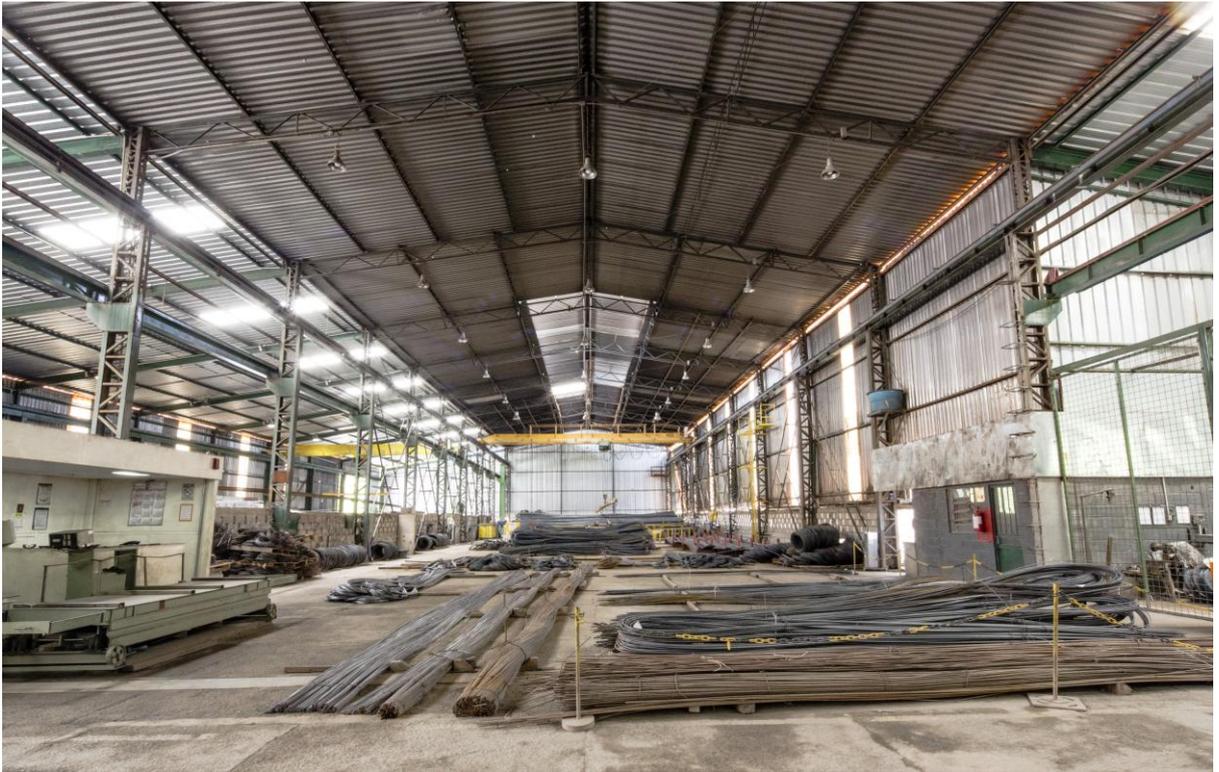


Figura 11.7: Aço convencional - Vergalhões armazenados em formato de barras retas e barras dobradas ao meio, ambas com 12 metros, antes de passarem pelo processo de corte e dobra.



Figura 11.8: Processo de corte e dobra

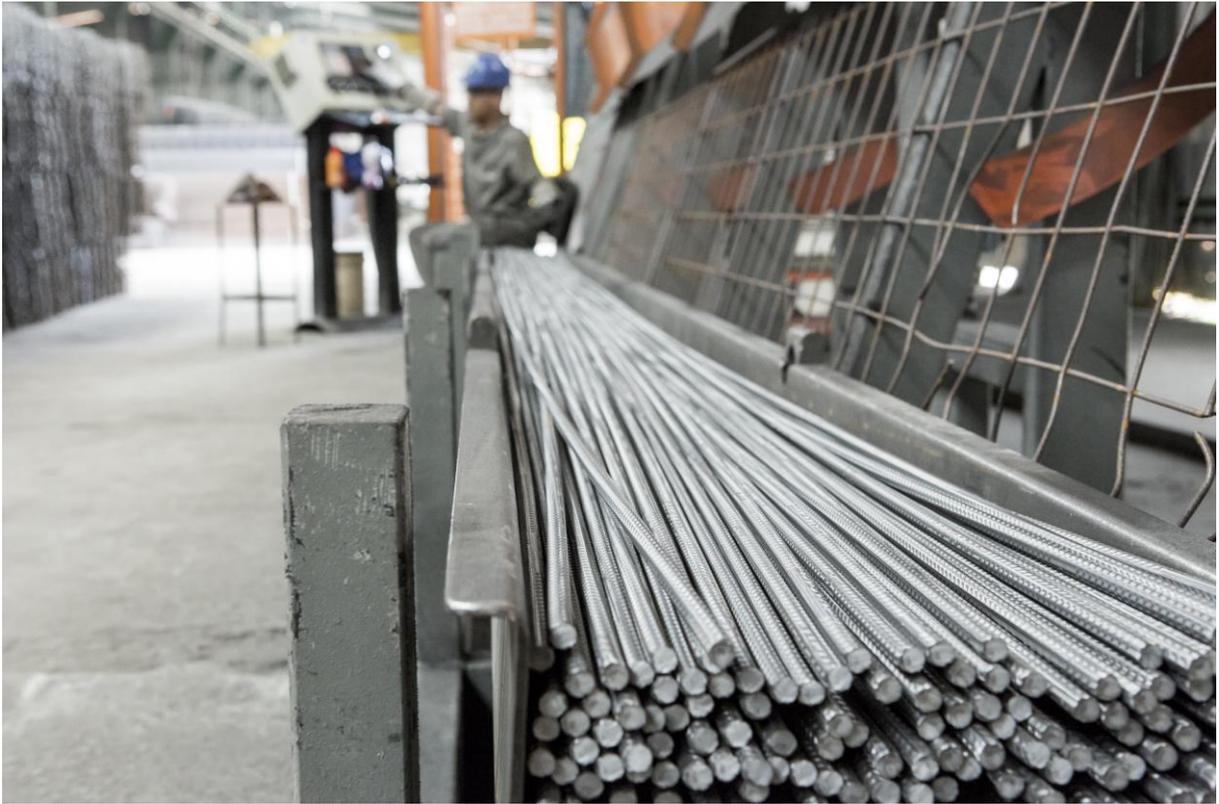


Figura 11.9: Processo de corte e dobra

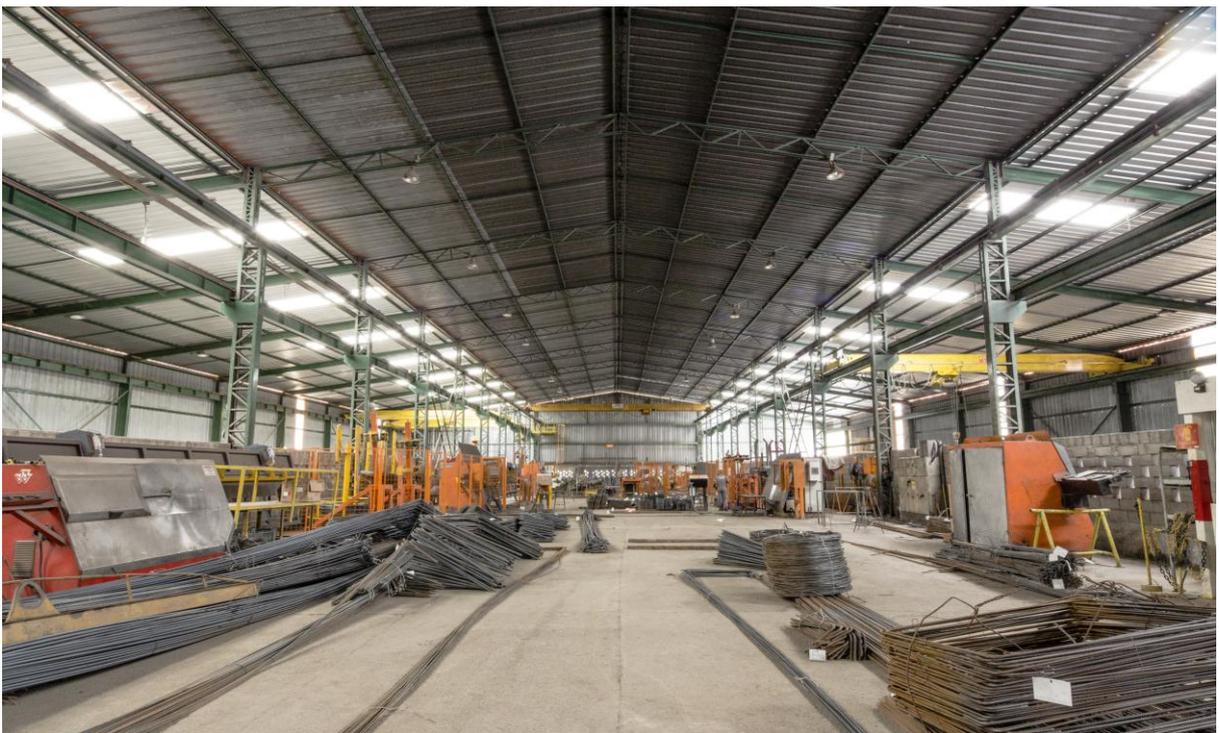


Figura 11.10: Processo de corte e dobra



Figura 11.11: Processo de corte e dobra



Figura 11.12: Processo de fabricação de colunas prontas da ArcelorMittal



Figura 11.13: Armazenamento de colunas prontas



Figura 11.14: Bobinas de vergalhões acondicionadas em carretéis.



Figura 11.15: Processo de fabricação de telas soldadas e colunas prontas ArcelorMittal



Figura 11.16: Máquina eletrostática de fusão entre os vergalhões



Figura 11.17: Estaca Raíz: Processo de fabricação



Figura 11.18: Estaca Raíz: Fabricação com solda Mig

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acervo técnico da empresa Ferro e Aço Takono S/A, material de cursos e treinamentos para funcionários da empresa.

ANDRADE, A. C. de, SOUZA, U. E. L. **Método para quantificação das perdas de materiais nos canteiros de obra de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria.** São Paulo: EPUSP, 1999. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP: BT – 250.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado.** Rio de Janeiro, ABNT, 2007.

COSTA, C. E. **Incorporação de rejeitos na indústria cerâmica: Qualidade na construção.** 12. ed. ano II. São Paulo: SindusCon, 1998. p. 44-46.

DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo.** Campinas: Campus, 2001.

_____. **Efeitos de misturas binárias e ternárias de pozolanas em concreto de elevado desempenho: Um estudo de durabilidade com vistas à corrosão da armadura.** Tese (Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 1995. 280p.

FERREIRA, M. A. **Racionalização e industrialização da construção civil.** Artigo Técnico. Universidade Federal de São Carlos, 2001.

FIGUEIREDO, M. C. **A sustentabilidade como um conceito sistêmico relacionado com a continuidade dos aspectos sócio-econômico-cultural e ambiental influenciador da saúde humana.** Dezembro/2007.

FILHO, V. A. V. **Desafios da Educação Superior na Agenda do Novo Milênio.**

8ª Mostra Acadêmica UNIMEP. Piracicaba: UNIMEP, 2010.

FINEP/ITQC/USP. **Planilhas, manuais e procedimentos técnicos para a pesquisa: Alternativas para redução de perdas de materiais.** São Paulo: FINEP/ITQC/USP, 1997.

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

ISAIA, G. C. **Entraves e perspectivas para uso de elevados teores de cinza volante e cinza de casca de arroz em concreto estrutural.** Workshop Reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção civil. Anais. São Paulo: PCC-USP, 1996. p. 46-52.

LOPES, A.L.M. **Uma investigação sobre as curvas ABC na construção civil: análise de orçamentos de obras.** Dissertação (Mestrado). Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.

OLIVEIRA, J. A. C. **Proposta de avaliação e classificação da sustentabilidade ambiental de canteiro de obras: Metodologia Eco obra aplicada no Distrito Federal – DF.** Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil). Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

PICCHI, F. **Sistemas de Qualidade: uso em empresas de construção de edifícios.** Tese (Doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993.

PINTO, T. P. **Perda de materiais em processos construtivos tradicionais.** São Carlos: Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (Datilografado), 1989. 3 p.

PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência.** 17ªed. Rio Janeiro: Campus, 1986.

PROJETO de Armadura. **Revista Técnica,** São Paulo: PINI, ano 14, nº 120, p. 38-41, março, 2007.

TAVARES, J. M., BAASCH, S. S. N. & POSSAMAI, O. A Engenharia e o Gerenciamento Ambiental. **Revista Tecnologia Fortaleza.** Fortaleza, 17 n., p. 28-34., 1996.

VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil.** São Paulo: Editora Pini, 1992.

VÁZQUEZ, E. **Utilización de residuos en la C. E. E: Aspectos políticos y ambientales. Estado del arte y normalización. Reciclagem na construção civil, alternativa econômica para proteção ambiental.** Anais. São Paulo: NUDEPE/POLI-UPE, p. 64-66, 1997.

VERÇOZA, E. J. **Materiais de Construção.** Rio Grande do Sul: Sagra AS, 1975.

Endereços Eletrônicos na internet:

CICHINELLI, Gisele. **Construção Mercado 38** - Setembro de 2004. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/38/imprime121883.asp>>. Acesso em: (Acesso em: 15/12/2012)

PASSETI, José Ângelo. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/negociosincorporacao-construcao/38/imprime121883.asp>>. (Acesso em: 15/12/2012.)

BELGO PRONTO. Vantagens - Sistema Belgo Pronto. Disponível em: https://www.belgo.com.br/produtos/construcao_civil/belgo_pronto/pdf/belgo_pronto.pdf. (Acesso em: 22/12/2012.)

IV Conferência Internacional de Integração de Sistemas. 2007. Disponível em HTTP://www.icsi07.org.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=166. (acesso em 15/12/2012)

Relatório Brundtland, disponível em: pt.wikipedia.org/wiki/Relatório_Brundtland (acesso em 13/11/2012)

Relatório Sustentabilidade Arcelor, disponível em: <http://www.arcelormittal.com/br/> (acesso em 06/11/2012)

Informações sobre construção civil, disponíveis em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Constru%C3%A7%C3%A3o> (acesso em 08/11/2012)

Informações sobre sustentabilidade, disponíveis em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf> (acesso em 08/11/2012)

Informações sobre corte e dobra de vergalhões, disponíveis em: <http://pt.scribd.com/doc/88751196/Corte-Dobra-de-Vergalhoes-Dados> (acesso em 08/11/2012)

13. ANEXO I



TAKONO
FERRO E AÇO

O.S.: 1

Pedido
6.918

Comp. Unit.	Comp. Total	Peso
77	28	6,791

OBS: FUNDEP_VEND: ALEXANDRA
COMPLEMENTOS VIQ.-FL: 05/10-OBRA A
BLOCO DE PS.....N45

Cliente: **FUNDEP Nº02**

Desenho:
Posição:



Bitola: **6.3**

Aço: **CA-50**

Qtde: **36**

Pedido Nr.: 6.918 O.S.: 1

Pedido Nr.: 6.918 O.S.: 1



TAKONO
FERRO E AÇO

O.S.: 2

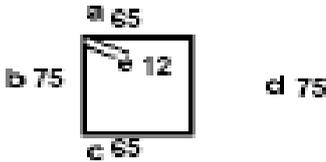
Pedido
6.918

Comp. Unit.	Comp. Total	Peso
292	35	8,585

OBS: FUNDEP_VEND: ALEXANDRA
COMPLEMENTOS VIQ.-FL: 05/10-OBRA A
BLOCO DE PS.....N44

Cliente: **FUNDEP Nº02**

Desenho:
Posição:



Bitola: **6.3**

Aço: **CA-50**

Qtde: **12**

Pedido Nr.: 6.918 O.S.: 2

Pedido Nr.: 6.918 O.S.: 2

14. ANEXO II



Manual de descarga e conferência.

Material cortado, dobrado e entregue na obra.

1 - Documentos relacionados ao processo de entrega.

- 1.1 – Romaneio de entrega.
- 1.2 – Resumo de entrega.
- 1.3 – Etiqueta de identificação com 01 (uma) tarja.

2 - Procedimento durante o carregamento na Ferro e Aço Takono e no descarregamento na obra.

- 2.1 – Retirada da 1ª tarja da etiqueta identificadora ainda no caminhão como garantia do carregamento do produto.
- 2.2 – Apresentação e entrega do Romaneio de Entrega, Resumo de Entrega, Notas Fiscais e outros documentos ao encarregado da obra ou responsável pelo recebimento da mercadoria.
- 2.3 – Destaque da 2ª tarja da etiqueta identificadora no ato do descarregamento como garantia da entrega do produto.
- 2.4 – Acondicionamento das tarjas em envelopes plásticos e entrega no setor de Expedição da Ferro e Aço Takono para posterior repasse ao setor Técnico de Engenharia.

3 - Uso do Resumo de Entrega.

Serão entregues um Resumo de Entrega para cada pedido com as identificações necessárias.

Para conferência após o descarregamento, o encarregado da obra ou o responsável pelo recebimento da mercadoria deverá:

- 3.1 – Separar as peças pelo número do pedido.
- 3.2 – Separar as peças pelo número de Ordem de Serviço (O.S.).
- 3.3 – Marcar as O.S. no quadro "Números das Ordens de Serviço p/ Conferência" conforme as for localizando.

Se após a conferência, for constatado a falta de alguma O.S., favor entrar em contato com o setor Técnico de Engenharia da Ferro e Aço Takono, informando o número do pedido e o número da O.S., para que seja feito o rastreamento e a identificação da ocorrência.

Só serão aceitas comunicações feitas em um prazo máximo de 03 (três) dias úteis após a data da entrega.

Uso do Romaneio de Entrega.

O Romaneio de Entrega será usado para separar a mercadoria por conjunto de elementos.

O encarregado da obra ou o responsável pelo recebimento da mercadoria deverá separar cada romaneio pelo número do pedido.

Cada elemento como vigas, pilares, lajes e outros estão listados em conjunto numerados separadamente para facilitar sua organização, conferência e montagem.

15. ANEXO III



ROMANEIO DE ENTREGA

(Serviço de Atendimento ao Cliente)

<p>Desenho Posição Bitola Tipo Aço Qtde Total Comp.Unit.</p> <p>16.0 CA-50 2 426</p> <p>Peso 13,445 Cliente FUNDEP N°02</p> <p>OBS: FUNDEP_VEND:ALEXANDRA COMPLEMENTOS VIG.-FL:06/10-OBRA ADMINIS V3.....N92 Comp.Total 8,52</p>	01	<p>a 45</p> <p>b 381</p>	O.S.	1
	Conjunto Nr.:		Pedido	6.917
<p>Desenho Posição Bitola Tipo Aço Qtde Total Comp.Unit.</p> <p>16.0 CA-50 2 352</p> <p>Peso 11,109 Cliente FUNDEP N°02</p> <p>OBS: FUNDEP_VEND:ALEXANDRA COMPLEMENTOS VIG.-FL:06/10-OBRA ADMINIS V3.....N93 Comp.Total 7,04</p>	01	<p>a 352</p>	O.S.	2
	Conjunto Nr.:		Pedido	6.917
<p>Desenho Posição Bitola Tipo Aço Qtde Total Comp.Unit.</p> <p>16.0 CA-50 1 448</p> <p>Peso 7,089 Cliente FUNDEP N°02</p> <p>OBS: FUNDEP_VEND:ALEXANDRA COMPLEMENTOS VIG.-FL:06/10-OBRA ADMINIS V5.....N88 Comp.Total 4,48</p>	02	<p>a 448</p>	O.S.	3
	Conjunto Nr.:		Pedido	6.917
<p>Desenho Posição Bitola Tipo Aço Qtde Total Comp.Unit.</p> <p>12.5 CA-50 3 436</p> <p>Peso 12,598 Cliente FUNDEP N°02</p> <p>OBS: FUNDEP_VEND:ALEXANDRA COMPLEMENTOS VIG.-FL:06/10-OBRA ADMINIS V7.....N94 Comp.Total 13,08</p>	03	<p>a 35</p> <p>b 401</p>	O.S.	4
	Conjunto Nr.:		Pedido	6.917
<p>Desenho Posição Bitola Tipo Aço Qtde Total Comp.Unit.</p> <p>16.0 CA-50 1 382</p> <p>Peso 6,028 Cliente FUNDEP N°02</p> <p>OBS: FUNDEP_VEND:ALEXANDRA COMPLEMENTOS VIG.-FL:06/10-OBRA ADMINIS V13.....N89 Comp.Total 3,82</p>	04	<p>a 382</p>	O.S.	5
	Conjunto Nr.:		Pedido	6.917
<p>Desenho Posição Bitola Tipo Aço Qtde Total Comp.Unit.</p> <p>5.0 CA-60 2 175</p> <p>Peso 0,539 Cliente FUNDEP N°02</p> <p>OBS: FUNDEP_VEND:ALEXANDRA COMPLEMENTOS VIG.-FL:06/10-OBRA ADMINIS V14.....N91 Comp.Total 3,50</p>	05	<p>a 175</p>	O.S.	6
	Conjunto Nr.:		Pedido	6.917
<p>Desenho Posição Bitola Tipo Aço Qtde Total Comp.Unit.</p> <p>16.0 CA-50 1 384</p> <p>Peso 6,060 Cliente FUNDEP N°02</p> <p>OBS: FUNDEP_VEND:ALEXANDRA COMPLEMENTOS VIG.-FL:06/10-OBRA ADMINIS V14.....N90 Comp.Total 3,84</p>	05	<p>a 384</p>	O.S.	7
	Conjunto Nr.:		Pedido	6.917

16. ANEXO IV



RESUMO DE ENTREGA

(Serviço de Atendimento ao Cliente)

Cliente: **FUNDEP Nº02**

Pedido Nr.: 6.917

Endereço: **AV.ANTÔNIO CARLOS**

Data do Pedido: **05/03/2010**

Bairro: **PAMPULHA**

Cidade: **BELO HORIZONTE** **MG**

Local de Entrega:

Discriminação: **COMPLEMENTOS DE VIGAS- FL:06/10-OBRA:ADMINIST.**

Bitola	Tipo de Aço	Comp.Total	Peso	Qtde O.S.
12.5	CA-50	13,080	12,596	1
16.0	CA-50	27,700	43,711	5
5.0	CA-60	3,500	0,539	1
Total:		44,280	56,846	7

Números das Ordens de Serviço p/Conferência

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Observações:

Data	Placa do Veículo	Nome do Motorista	Nome do Conferente

Eventuais reclamações sobre itens faltantes, somente serão considerados caso estejam devidamente comprovados através da conferência do romaneio no ato da entrega, datado e assinado pelo responsável.

Ass. Conferente