

PROGRAMAÇÃO PARA ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO ENTRE A UTILIZAÇÃO DE CONCRETO USINADO E CONCRETO FEITO EM OBRA

Antonio Armando Santos Menezes¹ | Camila Silva Lima¹ | Lilians Souza Silva¹ | Felipe L'amour Rocha¹ |
Evelin Lavigne Carvalho² | Michele Campos Da Silva³ | Paulo Jardel Pereira Araujo⁴

Engenharia



ISSN IMPRESSO: 1980 - 1777
ISSN ELETRÔNICO: 2316 - 3135

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo, analisar a vantagem de fabricação entre o concreto virado e o concreto usinado. O concreto virado compreende o concreto preparado por serventes na obra, este procedimento é considerado superficial, expondo assim, uma baixa precisão na exatidão de cálculos, ou seja, traços a serem utilizados coerentemente, baixando assim, sua qualidade. Ultimamente o fato de utilizar concreto, feito no canteiro de obras, é uma possibilidade analisada criteriosamente, que muitas das vezes é denominada, inviável, devido diversos fatores como: à questão da limpeza no canteiro de obra, o espaço disponível para que seja realizado esse procedimento, o gasto maior de água, energia elétrica, dentre outros fatos que podem causar à perda de qualidade, ao concluir o processo final do concreto. Este também nem se compara ao concreto usinado, com alto desenvolvimento tecnológico na produção, podendo assim, avaliar o controle de qualidade. As análises mostram como melhor alternativa para obra a utilização do concreto usinado, tendo em vista, a agilidade na aplicação do produto, menor custo do valor homem/hora aplicado durante a operação e a garantia da qualidade e dos requisitos exigidos pelas normas atualmente em vigor.

PALAVRAS- CHAVE

Concreto. Custo-Benefício. Usinado.

This paper aims to analyze the advantage of manufacturing between the concrete and the concrete face machined. The concrete facing comprises concrete prepared by servants in the work, this procedure is only superficial, thus exposing a low accuracy in calculation accuracy, or traits to be used consistently, thus lowering their quality. Lately the fact of using concrete made at the construction site, a possibility examined carefully, it is often called, unfeasible due to several factors: the issue of cleaning the construction site, the space available for it to be done this procedure, the greater expense of water, electricity, among other facts that may cause the loss of quality to complete the final process of the concrete. This also does not compare to the ready-mix concrete, with high technological development in production and can thus evaluate the quality control. The analyzes show how to work the best alternative use of ready-mixed concrete in order to speed the application of the product, lower cost value man / hour applied during operation and quality assurance requirements and the standards currently in force.

KEYWORDS

Concrete. Cost-Benefit. Machined.

1 INTRODUÇÃO

A mistura do concreto consiste em fazer com que os materiais componentes entrem em contato íntimo, de modo a obter-se um recobrimento de pasta de cimento sobre as partículas dos agregados, bem como uma mistura geral de todos os materiais. A mistura poderá ser manual ou mecanizada. A mistura manual, conforme a NB-1/77, Item 12.3, só pode ser empregado em obras de pequena importância, onde o volume e a responsabilidade do concreto não justificarem o emprego de equipamento mecânico. A mistura manual deve ser realizada sobre um estrado ou superfície plana, impermeável e resistente.

E a mistura mecânica é feita em máquinas especiais denominadas betoneiras, que são constituídas essencialmente por um tambor ou cuba, fixo ou móvel em torno de um eixo que passa pelo seu centro, no qual, por meio de pás, que podem ser fixas ou móveis, se produz a mistura. O misturador da betoneira produz um concreto muito homogêneo, sendo fácil de transportar e manusear. A mistura além de rápida é também de boa qualidade

Na hora de se construir uma dúvida é frequente: devo utilizar o concreto dosado em central ou "virar" esse concreto na própria obra? Optar pelo concreto dosado em central proporciona diversas vantagens que são facilmente observadas, entre as quais se destacam: eliminação das perdas de areia brita e cimento; racionalização do número de operários da obra, com conseqüente diminuição dos encargos sociais e trabalhistas; maior agilidade e produtividade da equipe de trabalho; garantia da qualidade do concreto graças ao rígido controle adotado pelas centrais dosadoras; redução no controle de suprimentos, materiais e equipamentos, bem como eliminação das áreas de estoque, com melhor aproveitamento do canteiro de obras; redução do custo total da obra.

Nas grandes cidades ou nos canteiros de serviço de grandes obras (pavimentação de estradas, barragens, etc.), conclui-se, à base da moderna tecnologia dos concretos, ser de grande interesse entregar na obra o concreto pronto, em oposição à clássica mistura no próprio canteiro.

O crescimento da construção civil no Brasil, ocorreu entre as décadas de 1920 e 1930, com a implantação de fábricas de cimento no país em 1936, onde tinha no cimento Portland sua principal matéria-prima, sendo este uma das substâncias mais consumidas pelo homem, isso se deve às características que lhe são peculiares, como trabalhabilidade e moldabilidade (estado fresco), e alta durabilidade e resistência a cargas e ao fogo (estado duro), sendo assim um material insubstituível em obras civis.

Nessa época era comum produzir o concreto na obra que é o concreto “virado na obra” onde o mesmo leva essa denominação pelo fato de ser dosado e misturado no local da construção. Segundo o PORTAL DO CONCRETO, com toda a tecnologia desenvolvida para o concreto que conta com diversos meios tecnológicos que vai desde a dosagem de aditivos até controle tecnológico das centrais dosadoras, virar o concreto na obra passou a ser uma atividade que deve ser bastante analisada hoje em dia e com muito critério.

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC) o concreto é um material de construção composto por uma mistura de cimento, areia, pedras britadas e água e aditivos. A adição desses aditivos dão ao concreto maior qualidade e durabilidade. Assim, ao longo das duas últimas décadas, as empresas associadas à ABESC vêm realizando constantes investimentos para aprimoramento das técnicas de dosagem, como forma de contribuir para o melhoramento dos serviços de concretagem.

A busca constante da qualidade, aliada a necessidade da redução de custos e a racionalização dos canteiros de obras, faz com que o concreto dosado em central, seja cada vez mais utilizado no mercado da construção civil, o que difere ele do concreto feito na obra, que na maioria das vezes é usado para pequenas concretagens, onde não requer produção em grande escala, é a sua praticidade no tocante ao preparo para a sua aplicação. O concreto usinado, ou seja, aquele produzido nas Centrais de Concreto, apresenta inúmeras características que conferem a ele um poderoso material da construção civil.

De acordo com Mehta e Monteiro (2008), no presente momento o consumo mundial é da ordem de 11 bilhões de toneladas métricas ao ano, tendo motivos fundamentais para esse volume significativo, o fato da qualidade que tem o concreto de suportar a aplicação de esforços externos sem ceder ou romper.

Devido a algumas pesquisas, estudos, experiência posta em pratica é lógica a questão do cuidado que se deve ter ao fazer o procedimento de concretagem de uma estrutura, não se deve apenas saber se é viável ou não a questão de utilizar um concreto virado ou usinado, é preciso ter o máximo de cuidado ao aplicá-lo, também, as ferragens obrigatoriamente devem estar posicionadas em seus devidos locais, prontos para concretagem, sendo assim tem que estar verificadas com espaçadores, para que a ferragem não toque nas fôrmas de proteção, pois poderá ocasionar problemas futuros, sendo que é preciso molhar as formas antes da concretagem, lembrando que, ao lançar o concreto em seu devido local, é preciso utilizar o vibrador, para que se tenha uma boa mistura dos agregados não os deixando localizados em um só local, o que pode comprometer a estrutura; não se deve tocar o vibrador na ferragem em hipótese alguma, pois o vibrador pode tirar a armadura do seu devido lugar.

Devido a Norma Regulamentadora nº 18, o auxilio de contorno deve estar instalado, limitando a área a ser concretada, garantindo assim a segurança de todos que estarão nas

74 | proximidades ou na própria obra. A questão do horário, data, volume e intervalo de um caminhão para outro devem estar tabelados, ou seja, postos em ordem, para que não haja "confusão" no trajeto, devido ao choque de horário, prejudicando assim a empresa, lhe trazendo prejuízo, por falta de informação da construtora e/ou organização por parte da própria empresa, a qual fornece o concreto, tendo como motivo, também, o cálculo de equipes e equipamentos, o tempo que levará a transportar do canteiro de obras até o devido local da concretagem, a condição necessária do projeto e o *slump*.

Vale ressaltar que o concreto deve ser lançado após o seu preparo, sendo que não é recomendado, nem tão pouco permitido um intervalo igual ou superior a 1 hora dentre o fim e o lançamento, é preciso respeitar o horário limite que é de 2:30h entre a saída do caminhão da usina e o lançamento, este mesmo procedimento é válido caso haja interrupções, abrangendo o concreto já lançado e adensado e concreto novo. Caso tenham-se defeitos perceptivos na superfície, o profissional responsável pela obra poderá autorizar as correções. As correções devem por sua vez seguir as recomendações das normas em vigor.

3 ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO

O presente trabalho teve como principal objetivo analisar o custo benefício do Concreto Usinado (produzido numa Concreteira) e o Concreto produzido no canteiro da obra. Para realização desta análise utilizou-se como base a concretagem de uma laje de 40 m³ de volume, de uma obra localizada na Cidade de Aracaju. O concreto utilizado nesta concretagem foi especificado como: **Concreto Tipo Convencional Fck¹ 35 Mpa**. Para análise das alternativas de concretagem, fez-se um comparativo entre as duas situações abaixo:

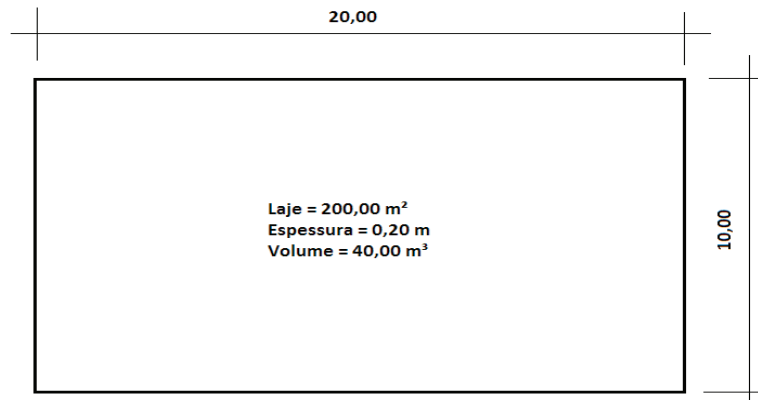
Total Gasto com o Concreto Produzido na Usina (TGCPU) – O custo do concreto usinado, tomando como base o preço do concreto especificado, tempo necessário para a descarga dos 40m³ na obra e a mão de obra utilizada pelo cliente para realização do serviço;

Total Gasto com o Concreto Produzido na Obra (TGCPPO) – O custo do concreto produzido na obra, tomando como base o mesmo traço utilizado pela usina de concreto, capacidade da betoneira da obra, tempo necessário para produção e descarga dos 40m³ de concreto e a mão de obra utilizada pelo cliente para realização do serviço;

3.1 PLANTA DA LAJE A SER CONCRETADA

A laje a ser concretada pode ser visualizada na Figura 1, contendo dimensões 20,0 X 100,0 X 0,2 metros.

1 Resistência Característica do Concreto à Compressão que tem como unidade de medida é o MPa.



Fonte:

3.2 TRAÇO DE CONCRETO UTILIZADO

O traço de concreto especificado para a concretagem da laje foi o de resistência característica F_{ck} 35 Mpa tipo convencional.

Apresentar-se-á, abaixo, na tabela 1, o traço de concreto produzido na Usina conforme Norma NBR 7212.

Tabela 1 – Traço de concreto produzido na usina

Traço F_{ck} 35 Mpa Produzido na Usina			
Materiais Constituintes do Concreto (MCC)	Quantidade (Kg)	Massa Específica Real (g/cm^3)	Quantidade (l)
Cimento	440,0	3,0	146,7
Areia	720,0	2,6	276,9
Brita	1020,0	2,7	377,8
Água	197,0	1,0	197,0
Aditivo	2,6	1,2	2,2
Total (Kg)	2379,6	Total (l)	1000,5

Fonte: Informações do Mercado Produtor.

Pode-se observar na tabela 2, o traço de concreto produzido na obra segundo dados de pesquisa com o mercado produtor local.

Tabela 2 - Traço de concreto produzido na obra

Traço Fck 35 Mpa Produzido na Obra			
Capacidade da Betoneira da Obra		600,0 litros	
Materiais Constituintes do Concreto (MCC)	Quantidade (Kg)	Massa Específica Real (g/cm³)	Quantidade (l)
Cimento	264,0	3,0	88,0
Areia	432,0	2,6	166,2
Brita	612,0	2,7	226,7
Água	118,0	1,0	118,2
Aditivo	1,0	1,0	1,3
Total (Kg)	1427,0	Total (l)	600,3

Fonte: Informações do Mercado Produtor.

A produção do concreto, acima descrita, segue com base a Norma NB-1/77. Trata-se do mesmo traço de concreto produzido na usina, no entanto, transformado para a capacidade da betoneira da obra, neste caso de 600 litros.

3.3 DADOS ADICIONAIS UTILIZADOS NA ANÁLISE

Nas tabela 3, 4 e 5, pode-se observar dados adicionais da laje, tabela de salários dos funcionários da construção civil e custo dos materiais comumente utilizados na obra. Tais dados serão necessários para análise do custo benéfico.

Tabela 3 – Dados adicionais

Dados Adicionais	
Volume da Laje (m ³)	40,00
Preço do Concreto Produzido na Usina (R\$/m ³)	260,00
Capacidade de Cada Caminhão Betoneira (m ³)	8,00
Capacidade da Betoneira da Obra (l)	600,00

Fonte: Informações do Mercado da Construção Civil.

Tabela 4 – Tabela de salários

Tabela de Salários (R\$)	
Encarregado	1.500,00
Pedreiro	950,00
Ajudante	700,00
Betoneiro	950,00

Fonte: Informações do Mercado da Construção Civil.

Materiais Constituintes do Concreto (MCC)	
Material (kg)	Custo (R\$)
Cimento	0,360
Areia	0,036
Brita	0,054
Água	0,001
Aditivo	2,800

Fonte: Informações do Mercado da Construção Civil.

4 PROGRAMAÇÃO PARA ANÁLISE DE CUSTO

Desenvolveu-se uma lógica de programação (SOUZA, 2012), descrita abaixo, para analisar o custo-benefício entre o concreto produzido numa usina de concreto e o concreto produzido na própria obra.

A partir da entrada das informações relativas à quantidade e custo dos materiais empregados na produção do concreto, suas respectivas massas específicas reais e dos custos adicionais à sua produção, pôde-se com auxílio do programa desenvolvido, determinar o custo do concreto produzido na central, o custo do concreto produzido na obra. A partir de tais valores, analisou-se qual dos dois será mais vantajoso para o cliente.

Início

$Yc \leftarrow 3$

$Yar \leftarrow 2.6$

$Ybr \leftarrow 2.7$

$Yad \leftarrow 1.2$

VolumeLaje $\leftarrow 40$

CapBetObra $\leftarrow 600$

Ler QCimUsina_kg, QArUsina_kg, QBrUsina_kg, QAgUsina_kg, QAdUsina_kg

$QCimUsina_L \leftarrow \text{Arredondar}(QCimUsina_kg/Yc)$

$QArUsina_L \leftarrow \text{Arredondar}(QtArUsina_kg/Yar)$

$QBrUsina_L \leftarrow \text{Arredondar}(QBrUsina_kg/Ybr)$

$QAgUsina_L \leftarrow QAgUsina_kg$

$QAdUsina_L \leftarrow \text{Arredondar}(QAdUsina_kg/Yad)$

Escreva QCimUsina_L, QArUsina_L, QBrUsina_L, QAgUsina_L, QAdUsina_L

$TCPU \leftarrow QCimUsina_L + QArUsina_L + QBrUsina_L + QAgUsina_L + QAdUsina_L$

Escreva TCPU

Leia PrecoConcretoUsina

$CTCPU \leftarrow (\text{PrecoConcretoUsina} * \text{VolumeLaje})$

Escreva CTCPU

Leia CapCamBetoneira

$QCamBetoneira \leftarrow \text{Arredondar}(\text{VolumeLaje}/\text{CapCamBetoneira})$

Escreva QCamBetoneira

Leia TempoDescCamBetoneira

$QHACUsi \leftarrow (QCamBetoneira * \text{TempoDescCamBetoneira})$

Escreva QHACUsi

Leia QPed, QAju, QEnc, QObet

Leia SPed, SAju, SEnc, SObet

78 | $CHHCUsi \leftarrow (QPed * SPed + QAju * SAju + QEnc * SEnc + QObet * SObet) / 220 * QHACUsi$
 Escreva CHHCUsi
 $TGCU \leftarrow (CTCPU + CHHCUsi)$
 Escreva TGCU
 $QCimObra_L \leftarrow \text{Arredondar}(QCimUsina_L * (\text{CapBetObra} / 1000))$
 $QArObra_L \leftarrow \text{Arredondar}(QArUsina_L * (\text{CapBetObra} / 1000))$
 $QBrObra_L \leftarrow \text{Arredondar}(QBrUsina_L * (\text{CapBetObra} / 1000))$
 $QAgObra_L \leftarrow \text{Arredondar}(QAgUsina_L * (\text{CapBetObra} / 1000))$
 $QAdObra_L \leftarrow \text{Arredondar}(QAdUsina_L * (\text{CapBetObra} / 1000))$
 Escreva QCimObra_L, QArbra_L, QBrObra_L, QAgObra_L, QAdObra_L
 $QCimObra_kg \leftarrow \text{Arredondar}(QCimObra_L * Yc)$
 $QArObra_kg \leftarrow \text{Arredondar}(QArObra_L * Yar)$
 $QBrObra_kg \leftarrow \text{Arredondar}(QBrObra_L * Ybr)$
 $QAgObra_kg \leftarrow QAgObra_L$
 $QAdObra_kg \leftarrow QAdObra_L$
 Escreva QCimObra_kg, QArObra_kg, QBrObra_kg, QAgObra_kg, QAdObra_kg
 Leia PreCimObra_kg, PreArObra_kg, PreBrObra_kg, PreAgObra_kg, PreAdObra_kg
 $CTBetonada \leftarrow (QCimObra_kg * \text{PreCimObra_kg} + QArObra_kg * \text{PreArObra_kg} + QBrObra_kg * \text{PreBrObra_kg} + QAgObra_kg * \text{PreAgObra_kg} + QAdObra_kg * \text{PreAdObra_kg})$
 Escreva CTBetonada
 $QBetonadas \leftarrow \text{Arredondar}((\text{VolumeLaje} * 1000) / \text{CapBetObra})$
 Escreva QBetonadas
 $CTCPO \leftarrow (CTBetonadas * QBetonadas)$
 Escreva CTCPO
 Leia TAplicBetonada
 $QHACPObra \leftarrow (QBetonadas * TAplicBetonada)$
 Escreva QHACPObra
 Leia QPed, QAju, QEnc, QObet
 Leia SPed, SAju, SEnc, SObet
 $CHHCPObra \leftarrow (QPed * SPed + QAju * SAju + QEnc * SEnc + QObet * SObet) / 220 * QHACPObra$
 Escreva CHHCPObra
 $TGCPO \leftarrow (CTCPO + CHHCPObra)$
 Escreva TGCPO
 Escreva TGCU, TGCPO, QHACUsi, QHACPObra, CHHCUsi, CHHCPObra
 $\text{DifConcretoUsinado_ConcretoProduzidoObra} \leftarrow (TGCU - TGCPO)$
 $\text{DifHorasAplicConcretoUsinado_ConcretoProduzidoObra} \leftarrow (QHACUsi - QHACPObra)$
 $\text{DifCustoHomemHoraConcUsi_ConcretoProdObra} \leftarrow (CHHCUsi - CHHCPObra)$
 Se $TGCU < TGCPO$ Então
 Exiba a mensagem "O Concreto Usinado sai mais barato para obra!"
 Senão
 Exiba a mensagem "O Concreto Usinado sai mais caro para obra!"
 Fim Se
 Se $QHACUsi < QHACPObra$ Então
 Exiba a mensagem "O concreto Usinado Proporciona Agilidade na Concretagem!"
 Senão
 Exiba a mensagem "O concreto Usinado não Proporciona Agilidade na Concretagem!"
 Fim Se
 Se $CHHCUsi < CHHCPObra$ Então
 Exiba a mensagem "O Concreto Usinado Possui um Custo Homem/Hora mais Barato!"
 Senão
 Exiba a mensagem "O Concreto Usinado Possui um Custo Homem/Hora mais caro!"

Legenda:

Yc – Massa específica real do cimento

Yar – Massa específica real da areia

Ybr – Massa específica real da brita

Yad – Massa específica real do aditivo

CapBetObra – Capacidade da betoneira da obra

QCimUsina_kg – Quantidade de cimento do traço produzido na usina em quilos

QArUsina_kg – Quantidade de areia do traço produzido na usina em quilos

QBrUsina_kg – Quantidade de brita do traço produzido na usina em quilos

QAgUsina_kg – Quantidade de água do traço produzido na usina em quilos

QAdUsina_kg – Quantidade de aditivo do traço produzido na usina em quilos

TCPU – Traço de concreto produzido na usina

QCimUsina_l – Quantidade de cimento do traço produzido na usina em litros

QArUsina_l – Quantidade de areia do traço produzido na usina em litros

QBrUsina_l – Quantidade de brita do traço produzido na usina em litros

QAgUsina_l – Quantidade de água do traço produzido na usina em litros

QAdUsina_l – Quantidade de aditivo do traço produzido na usina em litros

CTCPU – Custo total do concreto produzido na usina

QHNACUsi – Quantidade de horas necessárias para aplicação do concreto usinado

QHHACUsi – Custo homem/hora para aplicação do concreto produzido na usina

QPed – Quantidade de pedreiros

QAju – Quantidade de ajudantes

QEnc – Quantidade de encarregados

QObet – Quantidade de operadores de betoneira

TGPU – Total gasto com o concreto usinado

QCimObra_l – Quantidade de cimento do traço produzido na obra em litros

QArObra_l – Quantidade de areia do traço produzido na obra em litros

QBrObra_l – Quantidade de brita do traço produzido na obra em litros

QAgObra_l – Quantidade de água do traço produzido na obra em litros

QAdObra_l – Quantidade de aditivo do traço produzido na obra em litros

QCimObra_kg – Quantidade de cimento do traço produzido na obra em quilos

QArObra_kg – Quantidade de areia do traço produzido na obra em quilos

QBrObra_kg – Quantidade de brita do traço produzido na obra em quilos

QAgObra_kg – Quantidade de água do traço produzido na obra em quilos

QAdObra_kg – Quantidade de aditivo do traço produzido na obra em quilos

CTBetonada – Custo total do concreto produzido na obra para uma betonada

PreCimObra_kg – Preço do cimento utilizado na obra em quilos

PreArObra_kg – Preço da areia utilizada na obra em quilos

PrBrObra_kg – Preço da brita utilizada na obra em quilos

PreAgObra_kg – Preço da água utilizada na obra em quilos

PreAdObra_kg – Preço do aditivo utilizado na obra em quilos

CTCPO – Custo total do concreto produzido na obra

QHACPObra – Quantidade de horas necessárias para aplicação do concreto produzido na obra

CHHCPObra – Custo homem/hora para aplicação do concreto produzido na obra

TGCU – Total gasto com o concreto produzido na obra

QHACUsi – Quantidade de horas aplicação concreto usinado

CHHCUsi – Custo homem hora concreto usinado

A análise do custo benefício entre a utilização de concreto usinado e o concreto feito em obra, para a concretagem de 40 m³ da laje com concreto de Fck 35 Mpa tipo convencional, teve como base as informações contidas no item 3.2 deste relatório. Fazendo uso da programação descrita no item 4 obteve-se os resultados apresentados na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Resultados obtidos.

Comparativo	Concreto Produzido na Usina	Concreto Produzido na Obra	Diferença	%
<i>Total Gasto (R\$)</i>	10.489,20	10.139,00	350,21	3,45%
<i>Tempo Aplicação (h)</i>	2,50	8,00	- 5,50	-68,75%
<i>Valor Homem/Hora (R\$)</i>	1,01	12,56	- 11,55	-91,93%

Fonte:

De acordo com os dados acima, o concreto produzido na obra custou aproximadamente R\$ 350,00 mais barato que o mesmo concreto sendo adquirido numa concreteira, no entanto, o tempo de duração para a aplicação do concreto foi de 8 horas, acima do tempo utilizado durante a concretagem do concreto produzido na usina que foi de apenas 2,5 horas. Vale destacar ainda, que o custo do valor homem/hora na utilização do concreto produzido na obra ficou aproximadamente 12 vezes maior que o custo do valor homem/hora quando da utilização do concreto usinado.

6 CONCLUSÃO

A grande necessidade da redução de custos, a racionalização dos canteiros de obras e a busca constante da qualidade, faz do uso do concreto um estudo cada vez mais necessário. Este poderoso material da construção civil, atualmente produzido manualmente ou usinado, influencia com intensidades diferentes os fatores relevantes de produção civil. A partir da análise de diversos parâmetros comparativos entre o concreto produzido manualmente e o usinado, pôde-se observar, por meio dos resultados da programação desenvolvida, que se apresenta como melhor alternativa de custo-benefício para a obra a utilização do concreto usinado, tendo em vista, a agilidade na aplicação do produto, menor custo do valor homem/hora aplicado durante a operação e principalmente, a garantia da qualidade e dos requisitos exigidos pelas normas atualmente em vigor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM - **Publicações Técnicas** – Disponível em: <www.abesc.org.br>. Acesso em: 2 abr. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 7212**. Rio de Janeiro. ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND- ABCP, **Publicações Técnicas**. Disponível em: <www.abcp.org.br>. Acesso em: 2 abr. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE CONCRETO - IBRACON, **Publicações Técnicas**. Disponível em: <www.ibracon.org.br>. Acesso em: 2 abr. 2013.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: Estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Pini, 2008.

SOUZA, M. A. F. *et al.* **Algoritmos e Lógica de Programação**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

Recebido em: 18 de junho de 2013

Avaliado em: 27 de julho de 2013

Aceito em: 1 de agosto de 2013

- 1 Aluno da Universidade Tiradentes, do curso de Engenharia Civil
- 2 Aluno da Universidade Tiradentes, do curso de Engenharia de Petróleo
- 3 Aluno da Universidade Tiradentes, do curso de Engenharia de Produção
- 4 Doutor em Engenharia Química, Professor das Engenharias na Universidade Tiradentes. Email: jardelengenharia@gmail.com