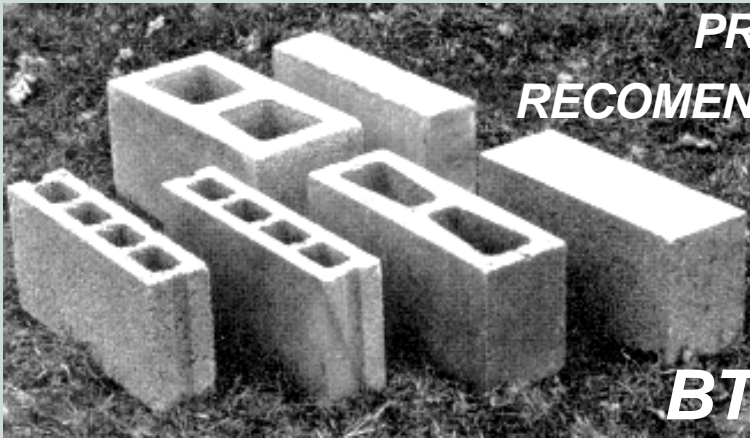


BOLETIM TÉCNICO

PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA



*PRÁTICA
RECOMENDADA*

BT-107



Associação
Brasileira de
Cimento Portland

**PRODUÇÃO DE BLOCOS DE
CONCRETO PARA ALVENARIA
PRÁTICA RECOMENDADA**

por

Sylvio Ferreira Junior
Engenheiro Civil

São Paulo
Junho de 1995
3ª edição
(mudanças no aspecto gráfico)

1ª edição - 1985

2ª edição - 1990 (revista e atualizada)

3ª edição - 1995 (mudanças no aspecto gráfico)

F

693.562

Ferreira Junior, Sylvio

F383p

Produção de blocos de concreto

3.ed.

para alvenaria; prática recomendada.

3.ed. São Paulo, ABCP, 1995.

16p. ilus. 21cm. (BT-107)

Blocos de concreto - Fabricação

Blocos de concreto - Indústria

Série

Proibida a reprodução total ou parcial.

Todos os direitos reservados à

Associação Brasileira de Cimento Portland

Avenida Torres de Oliveira, 76 - Jaguaré

CEP 05347-902 São Paulo/SP

Fone: (011) 3760-5300 - Fax: (011) 3760-5320

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS PELAS NORMAS	1
3	RECOMENDAÇÕES	3
3.1	Matérias-Primas	3
3.1.1	Agregados	3
3.1.2	Cimento	4
3.1.3	Água	4
3.2	Instalações	4
3.3	Equipamentos	5
3.3.1	Betoneira	5
3.3.2	Balança	5
3.3.3	Máquina de moldagem	5
3.4	Proporcionamento	6
3.5	Dosagem	8
3.6	Mistura	10
3.7	Moldagem	10
3.8	Cura	10
4	RESUMO DAS RECOMENDAÇÕES	11
5	CONCLUSÃO	12

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho destina-se aos fabricantes de blocos de concreto para alvenaria, que pretendem produzir blocos de boa qualidade com o menor custo de fabricação possível.

As recomendações aqui mencionadas procuram fornecer ao fabricante condições de:

- a) minimizar o custo de fabricação e ao mesmo tempo melhorar a qualidade do produto, uma vez que falhas no processo de produção são, na maior parte das vezes, compensadas com o oneroso aumento do consumo de cimento;
- b) fabricar produtos que atendam as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as quais buscam garantir uma qualidade mínima em defesa do consumidor; e,
- c) manter sempre constante a qualidade e a aparência dos blocos.

É importante frisar que tais recomendações são as mínimas necessárias para que os objetivos acima sejam atingidos. Portanto, qualquer item desprezado pelo fabricante, por mais insignificante que pareça, poderá contribuir para a redução da qualidade ou para o aumento do custo de fabricação.

2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS PELAS NORMAS

As normas da ABNT que se referem aos blocos de concreto são duas: NBR 7173 (*Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria sem Função Estrutural*) e NBR 6136 (*Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural*).

Serão abordadas a seguir as características mais importantes, que são a resistência à compressão e a absorção de água, apesar de que uma série de outras como as dimensões, a aparência, a umidade no momento da entrega etc., também sejam fixadas por aquelas normas, que poderão ser consultadas para um maior aprofundamento da questão.

Para blocos sem função estrutural a coleta de amostras para ensaio deverá compreender uma quantidade mínima de 10 blocos, para um lote de até 10000 blocos. Se o fornecimento for maior, a quantidade a ser ensaiada

será de 10 blocos mais uma unidade para cada 10000 blocos do lote fornecido; por exemplo, para um fornecimento de 40000 blocos deverão ser coletados:

$$10 + (40000 \div 10000) = 10 + 4 = 14 \text{ blocos}$$

Dessa quantidade metade deverá ser submetida ao ensaio de resistência à compressão e a restante ao ensaio de absorção.

A média dos resultados de resistência deverá ser de no mínimo 2,5 MPa (25 kgf/cm²), sendo que nenhum resultado individual deverá ser inferior a 2,0 MPa (20 kgf/cm²). Para se ter uma idéia dos valores, um bloco de 14 cm de largura por 39 cm de comprimento possui uma área total de 546 cm² e deverá resistir a uma carga de 13650 kgf, para possuir resistência de 2,5 MPa.

A média dos resultados de absorção deverá ser de no máximo 10%, sem nenhum resultado individual superior a 15%. Portanto, para blocos secos que pesem 10 kg cada é permitido que absorvam em média até 1 kg de água, sendo que nenhum poderá absorver mais que 1,5 kg.

Para blocos com função estrutural as especificações evidentemente são mais rigorosas. A quantidade de amostras coletadas é de, no mínimo, 12 blocos para um lote de 10000 blocos. Quando o fornecimento for maior, a quantidade de amostras será de 12 blocos mais duas unidades para cada 10000 blocos do lote fornecido; por exemplo, para um fornecimento de 40000 blocos deverão ser coletados:

$$12 + (40000 \div 10000) \times 2 = 12 + (4 \times 2) = 12 + 8 = 20 \text{ blocos}$$

Metade dessa quantidade deverá ser submetida ao ensaio de resistência à compressão e a restante ao ensaio de absorção.

Os blocos estão divididos em classe *A*, destinados a alvenaria externa aparente (sem revestimento) e classe *B*, destinados a alvenaria interna ou externa com revestimento.

A resistência à compressão mínima deverá ser de 6,0 MPa (60 kgf/cm²) para a classe *A* e 4,5 MPa (45 kgf/cm²) para a classe *B*, acrescida de um coeficiente de segurança que será diretamente proporcional à variação dos resultados obtidos nos blocos ensaiados. Tais coeficientes de segurança poderão elevar esses valores mínimos de 1 MPa (10 kgf/cm²) ou até mais, dependendo, então, da homogeneidade do lote fornecido.

Quanto à absorção, para ambas as classes, não poderá ser maior que 10% em nenhum bloco ensaiado.

3 RECOMENDAÇÕES

3.1 Matérias-Primas

3.1.1 Agregados

Os agregados mais comumente utilizados são a brita 0 e a areia natural ou artificial. É comum denominarem erroneamente a brita 0 também de pedrisco, sendo este um material sem classificação por Norma, constituído basicamente de brita 0 contaminada com pó-de-pedra. Também não deve ser confundida a areia artificial (fabricada pela britagem de pedra e classificada por Norma), com o pó-de-pedra que é um material muito fino, resíduo da fabricação das britas e areia artificial.

A utilização de pedrisco deve ser evitada pela enorme heterogeneidade que apresenta entre os lotes de fornecimento, porém, o pó-de-pedra, adicionado em pequenas proporções à brita 0 e à areia, poderá trazer vantagens técnicas e econômicas.

Existindo a possibilidade de adquirir agregados de mais de um fornecedor, a escolha deve ser feita não só pelo preço, mas também, avaliando sua qualidade e a capacidade do fornecedor de manter constante as características do material.

Uma completa avaliação da qualidade só pode ser conseguida com a realização dos ensaios prescritos na NBR 7211 (*Agregados para Concreto*). Todavia, uma observação cuidadosa do material auxilia a escolha.

A presença de argila em forma de torrões, de grãos de materiais carbonosos ou de outros grãos friáveis é visível a olho nu. Tais grãos podem ser desfeitos com os dedos; tratam-se de contaminações que provocam manchas extremamente prejudiciais para blocos que irão ficar aparentes, além de comprometerem a resistência do concreto.

É muito comum que as areias de rio estejam contaminadas com impurezas orgânicas que podem ser provenientes da própria natureza ou de resíduos industriais. As impurezas orgânicas, dependendo de sua origem, poderão ser prejudiciais à resistência e, normalmente, não são detectadas por simples

inspeção visual, exigindo a realização de ensaios, em laboratório qualificado. Deverá ser efetuado o ensaio fixado pela NBR 7220 (*Avaliação das Impurezas Orgânicas das Areias para Concreto*). Se for constatada a presença de impurezas, em quantidade acima de 300 ppm (partes por milhão), deverá ser feito o ensaio prescrito pela NBR 7221 (*Agregados - Ensaio de Qualidade de Agregado Miúdo*), que determina se as impurezas orgânicas existentes são potencialmente prejudiciais à resistência.

3.1.2 Cimento

Todos os tipos e classes de cimento portland fabricados pela indústria brasileira são perfeitamente utilizáveis para a fabricação de blocos.

É certo que alguns tipos de cimento demoram mais que outros para iniciar o endurecimento, porém, sendo a cura realizada dentro dos padrões normais, essa característica não irá interferir na qualidade final dos blocos.

Para evitar variações no nível de resistência e na coloração dos blocos de um mesmo lote a ser fornecido, deve ser utilizado sempre o mesmo tipo de cimento.

3.1.3 Água

Recomenda-se para a água de amassamento que seja potável. Caso não seja utilizada água da rede normal de abastecimento, é necessário que seja analisada previamente para verificação da sua adequação ao uso em concreto.

3.2 Instalações

As instalações devem ser projetadas de tal forma que sejam mínimas as distâncias de transporte, tanto das matérias-primas para a betoneira como dos blocos recém-moldados para o local onde receberão a cura inicial.

O transporte dos blocos recém-moldados deve ser feito com o máximo cuidado para evitar choques e vibrações que provoquem fissuras, imperceptíveis a olho nu, e que são prejudiciais à sua resistência.

As matérias-primas — tanto o cimento como os agregados — devem ser estocadas em local coberto, protegidas da chuva; o cimento, porque hidrata e perde resistência e os agregados porque sua umidade deve variar o mínimo possível.

O cimento, além de ficar protegido da chuva, deve ser estocado acima do nível do piso, sobre plataforma de madeira ou alvenaria, de maneira que os sacos fiquem protegidos da umidade e em pilhas de no máximo 8 a 15 sacos, pois o cimento muito compactado hidrata-se com maior facilidade.

Também deve ser coberta a área onde serão estocados todos os blocos da produção do dia. Os blocos recém-moldados devem ficar protegidos da ação do sol e do vento para reduzir ao mínimo a evaporação da água de amassamento.

3.3 Equipamentos

3.3.1 Betoneira

A betoneira deve possuir capacidade compatível com a da máquina de moldagem.

As betoneiras de eixo vertical são, normalmente, mais eficientes para a mistura de um concreto seco, utilizado na produção de blocos, do que as betoneiras de tambor, seja de eixo horizontal ou inclinado, onde a mistura é feita por gravidade.

3.3.2 Balança

Sempre que a capacidade da betoneira não permita a utilização de sacos inteiros, é imprescindível que exista na fábrica, para pesagem do cimento, uma balança com capacidade entre 30 kg e 50 kg, com divisões de, no máximo, 100 g e com características tais que a poeira não impeça seu correto funcionamento.

3.3.3 Máquina de moldagem

Existem dois tipos: a fixa e a móvel. A máquina móvel, conhecida como *poeadeira*, tem como vantagem moldar os blocos no próprio local onde receberão a cura inicial, sem necessidade de serem manuseados, enquanto o concreto ainda estiver fresco. Por outro lado, apresenta como desvantagem a necessidade de se dispor de um pátio grande, coberto e protegido do vento.

O mais importante, para qualquer tipo de máquina, é que tenha capacidade de vibrar e comprimir os blocos simultaneamente, bem como de produzi-los sempre com a mesma altura, uma vez que as outras dimensões são definidas

pelas fôrmas. A compressão do concreto dentro da fôrma é propiciada por um sistema de acionamento que pode ser hidráulico, pneumático ou manual; o hidráulico é o que produz maior energia e o manual produz energia quase desprezível.

Outro fator importante é que no momento da desforma não ocorra nenhum tipo de vibração, o que, sem dúvida, provoca fissuras nos blocos.

A utilização de uma máquina que não proporcione compactação adequada traz como conseqüência a necessidade de aumentar o consumo de cimento.

3.4 Proporcionamento

O proporcionamento é a medição das quantidades dos materiais que irão constituir o concreto.

Para manter constante a qualidade final dos blocos, as quantidades de materiais de mesmas características colocadas na betoneira devem ser sempre as mesmas.

A condição ideal seria pesar todos os materiais, utilizar os agregados secos ou, então, conhecer sua umidade e descontá-la da água de amassamento. Entretanto, não sendo possível a utilização de balança para proporcionamento de todos os materiais, a quantidade de agregados pode ser medida em volume, ficando a pesagem somente para o cimento.

O cimento não deve ser medido em volume. Para se ter uma idéia, um recipiente de 20 litros poderá conter de 25 kg a 35 kg de cimento, dependendo da maneira como foi preenchido, do tipo de cimento e ainda da sua finura. Portanto, o cimento deve ser sempre proporcionado em massa, utilizando ou sacos inteiros, de 50 kg, ou uma balança.

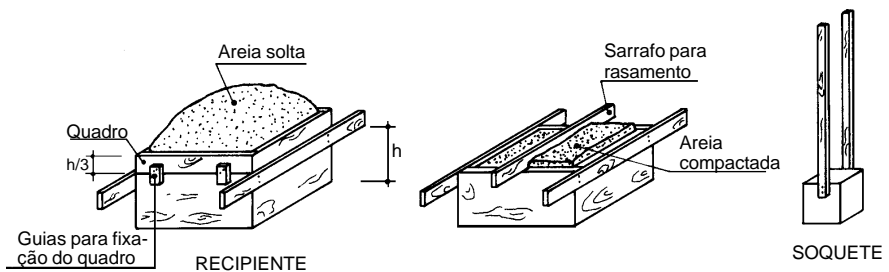
Para medição dos agregados em volume deverão ser utilizados recipientes rígidos, de metal ou madeira. A quantidade e capacidade dos recipientes deve ser fixada em função do traço, da capacidade da betoneira, das dimensões da boca da betoneira etc.; o importante é que sejam rígidos e de volume conhecido.

A brita 0 deve ser simplesmente colocada no recipiente até uma altura superior à da borda e deve ser efetuado o rasamento com um sarrafo de madeira, para que a quantidade de material seja sempre a mesma.

Para medição da areia devem ser tomados cuidados especiais, porque todo agregado miúdo sofre o fenômeno de inchamento devido à umidade, ou seja, as partículas de água aderidas às superfícies dos grãos provocam um afastamento entre eles. O inchamento varia com a umidade e pode chegar até ao valor de 40%, o que significa, por exemplo, que 100 litros de areia seca podem passar a ocupar um espaço de 140 litros quando úmida.

Se o fenômeno de inchamento não for levado em conta durante o proporcionamento ou se não for utilizado algum artifício para eliminá-lo, ou minimizá-lo, a quantidade real de areia empregada será menor que a desejada. Portanto, o traço será mais rico, com maior consumo de cimento, fazendo com que, por exemplo, na produção de 10000 blocos de 14 cm x 19 cm x 29 cm sejam gastos aproximadamente 20 sacos de cimento a mais. Além disso, a aparência dos blocos irá variar conforme varie o inchamento.

Uma maneira prática para minimizar o inchamento é compactar a areia dentro do recipiente com um soquete de madeira. Ao recipiente deve ser adaptado um quadro que aumente seu volume em aproximadamente 1/3, ou seja, a altura do quadro deve ser de aproximadamente 1/3 da altura do recipiente. Coloca-se a areia no recipiente até uma altura superior à da borda do quadro, soca-se, retira-se o quadro e procede-se o rasamento com um sarrafo de madeira. A *Figura* abaixo ilustra esse procedimento.



A água de amassamento é constituída não só pela água adicionada na betoneira como também pela existente nos agregados, portanto, medir a água de amassamento significa também determinar periodicamente a umidade dos agregados, calcular quanto de água eles carregam para a mistura e adicionar apenas o restante.

Como esse procedimento, principalmente nos casos em que os agregados são proporcionados em volume, é pouco prático, adiciona-se água até a mistura atingir a umidade ótima, que é avaliada visualmente pelo operador

da betoneira que, com prática, consegue manter homogeneidade entre as várias betonadas.

Apertar o concreto nas palmas das mãos é um procedimento que ajuda na avaliação visual do aspecto do concreto.

3.5 Dosagem

Dosagem é o estudo realizado para fixar as quantidades dos constituintes do concreto, ou seja, o traço, visando obter um concreto – e, conseqüentemente, os blocos – com as características desejadas.

No caso dos blocos, essas características são:

- a) coesão no estado fresco, de forma que possam ser desmoldados e transportados sem que seu formato seja alterado;
- b) máxima compacidade, para que a absorção de água seja mínima;
- c) resistência compatível com a aplicação a que se destinam; e,
- d) aspecto da superfície – que deve ser lisa em blocos que irão ficar aparentes, e áspera quando forem recobertos, evitando, assim, a necessidade de aplicação de chapisco.

O melhor traço de concreto, portanto, irá variar de fabricante para fabricante, de acordo com as características desejadas, com a máquina de moldagem, com os materiais disponíveis etc.

Para que o próprio fabricante possa dosar o seu concreto, alguns critérios básicos devem ser adotados, os quais serão abordados a seguir.

Sempre que houver variação nas características dos agregados, deverá ser executada uma nova dosagem.

Na dosagem deverão ser utilizados os critérios de proporcionamento dos materiais especificados na seção 3.4.

Na realização da dosagem deverão ser cumpridos os três passos seguintes:

1º Passo - Determinação da melhor composição de agregados

A proporção de cada um dos agregados deverá ser tal que produza um agregado total com a máxima compacidade possível. O procedimento consiste em colocar os agregados previamente misturados no recipiente com o quadro já adaptado, adensar, retirar o quadro, rasar e pesar. A composição que apresentar maior massa será a ideal. O adensamento deverá ser feito com uma haste de ferro, que pode ser uma barra de aproximadamente 20 mm (3/4 de polegada) de diâmetro, de forma que penetre entre os agregados. Deverão ser dados 8 golpes para cada 100 cm² de área da boca do recipiente; por exemplo, para um recipiente de 40 cm x 40 cm de boca, com 1600 cm², deverão ser dados 128 golpes. Para esse procedimento é necessário que os agregados estejam secos. Quando se dispuser de três agregados, primeiramente se determina a composição ideal dos dois mais grossos e depois a dessa composição com o mais fino. Com isso fica definido de que maneira deverá ser composto o agregado total, embora algumas variações possam ser feitas posteriormente com o objetivo de melhorar o aspecto do concreto.

2º Passo - Determinação da quantidade de água

Para um traço fixo, a quantidade ótima de água será aquela que proporcionar aos blocos a maior compacidade, que é verificada pesando-os logo após a moldagem. Normalmente a máxima compacidade é obtida com a maior quantidade de água possível, até o limite em que os blocos começam a perder a coesão e a aderir nas paredes das fôrmas.

3º Passo - Determinação da quantidade de cimento

É possível fabricar blocos de boa aparência com diversos consumos de cimento, desde traços ricos (por exemplo 1:6 em massa) até traços mais pobres (1:10, 1:15 ou mais). A escolha do traço deverá ser feita em função da resistência desejada, que será, dentro dos padrões normais, tanto maior quanto mais rico for o traço. Para qualquer consumo de cimento o agregado total será o mesmo, isto é, aquele fixado conforme o 1º passo. Entretanto, como a quantidade ótima de água poderá variar ligeiramente, de traço para traço, o 2º passo deverá ser executado novamente, desta vez para o traço escolhido.

3.6 Mistura

Uma boa mistura é imprescindível para que não haja variabilidade entre os diversos blocos de uma mesma betonada.

A capacidade máxima da betoneira e o tempo mínimo de mistura deverão ser seguidos conforme recomendações do fabricante do equipamento.

A seqüência de colocação dos materiais na betoneira, sempre que possível, deverá ser a seguinte:

- a) coloca-se a brita 0 e a maior parte da água e mistura-se por aproximadamente 15 segundos;
- b) coloca-se todo o cimento e mistura-se por mais 15 segundos; e,
- c) coloca-se a areia e o restante da água e mistura-se, então, pelo tempo recomendado pelo fabricante da betoneira.

A mistura inicial de brita 0 e água, com posterior adição do cimento, faz com que melhore a aderência entre os grãos maiores do agregado com a pasta de cimento.

3.7 Moldagem

O tempo ótimo de vibração será o mínimo necessário para proporcionar aos blocos a máxima compacidade. Esse tempo irá variar conforme a máquina de moldagem e as características do concreto fresco, sendo que o importante é que seja conhecido e controlado.

3.8 Cura

A cura do concreto é o processo utilizado para evitar a evaporação da água de amassamento.

Não curar o concreto adequadamente significa reduzir a sua resistência ou, como já foi mencionado antes, utilizar uma maior quantidade de cimento para compensar essa redução.

A maneira mais simples de proceder à cura é molhar constantemente os blocos.

Logo após confeccionados, os blocos deverão ser armazenados em local protegido do sol e do vento, devendo ser iniciada a molhagem assim que o concreto atingir resistência suficiente.

Somente no dia seguinte, os blocos poderão ser transportados para um pátio a céu aberto; porém, o processo de molhagem deverá continuar, pelo menos, por mais 6 dias.

Para não haver necessidade de molhar os blocos durante o primeiro dia, eles poderão ser armazenados sobre os próprios *pallets* e cobertos com lona plástica.

4 RESUMO DAS RECOMENDAÇÕES

De forma resumida, as principais recomendações são as seguintes:

- controlar a qualidade dos agregados;
- utilizar agregados de fontes que garantam manter suas características as mais constantes possíveis;
- utilizar para água de amassamento água potável;
- manter os agregados estocados em local coberto, para evitar alteração de umidade devido ao sol e à chuva;
- manter o cimento estocado em local protegido da umidade;
- manter a máquina de moldagem sob manutenção periódica, conforme instruções do fornecedor;
- para proporcionamento dos materiais, medir o cimento sempre em massa e minimizar o inchamento da areia;
- efetuar a dosagem, visando obter blocos os mais compactos possíveis;
- evitar choques e vibrações nos blocos recém-moldados; e,

- efetuar a cura inicial e final de forma a não deixar que os blocos fiquem com as superfícies secas, até que atinjam, pelo menos, 7 dias de idade.

5 CONCLUSÃO

O bloco de concreto é um produto que soma inúmeras vantagens. Nem por isso pode, entretanto, ser considerado como solução universal, nas múltiplas aplicações às quais se destina. Muito pelo contrário, produtos concorrentes disputam o seu mercado com intensidade crescente. Portanto, é de interesse geral da classe fabricante de blocos de concreto que o seu produto seja fornecido ao consumidor com atributos que valorizem ao máximo a sua imagem no mercado, para que a sua aceitação seja cada vez maior. Este trabalho discorre sobre os aspectos importantes que devem ser levados em consideração para que se atinja tal objetivo, com a racionalização e simultânea redução dos custos de fabricação.



Sede:

Av. Torres de Oliveira, 76 - Jaguaré - 05347-902-São Paulo/SP
Tel.: (11) 3760-5300 - Fax: (11) 3760-5320
DCC 0800-0555776 - www.abcp.org.br

Escritórios Regionais:

Pernambuco - Tel: (81) 3092-7070 - Fax: (81) 3092-7074
Distrito Federal - Tel./Fax: (61) 3327-8768 e 3328-7776
Minas Gerais - Tel./Fax: (31) 3223-0721
Rio de Janeiro - Tel: (21) 2531-1990 - Fax: (21) 2531-2729
São Paulo - Tel: (11) 3760-5374 - Fax: (11) 3760-5320
Paraná - Tel: (41) 3353-7426 - Fax: (41) 3353-4707

Representações Regionais:

Ceará: - Tel./Fax: (85) 3261-2697
Bahia - Tel./Fax: (71) 3354-6947
Santa Catarina - Tel./Fax: (48) 3322-0470
Rio Grande do Sul - Tel./Fax: (51) 3395-3444
Mato Grosso e Mato Grosso do Sul - Tel./Fax: (67) 3327-2480
Espírito Santo - Tel./Fax: (27) 3314-3601