



**Comunidade  
da Construção**

Sistemas à base de cimento

Programa de Melhoria da Comunidade da Construção  
Revestimento Cerâmico em Fachadas

C. Rolim Engenharia Ltda

Caltech Engenharia

Construtora Colmeia

Construtora LCR

Construtora Marquise S.A.

Construtora Nossa Senhora de Fátima

Diagonal Engenharia

Fujita Engenharia Ltda

Konnen Ltda

Placic Ltda

Porto Freire

Reata Arq. Engenharia Ltda

Rolim Machado Ltda

# **ESTUDO COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA ENTRE ARGAMASSA COLANTE E ARGAMASSA PRODUZIDA EM OBRA**

## **RELATÓRIO DA PESQUISA**

**Fortaleza 2004**

**Aldo de Almeida Oliveira (Coordenação)**

**Apoio:**

**Eng. José Ramalho Torres**

**Eng. Alexandre Araújo Bertini**

**Eng. Domingos Sávio**

**Eng. Frederico**

**Engenheiranda Júlia Braga Barbosa Lima**

## RESUMO

Os construtores da cidade de Fortaleza – CE – Brasil têm demonstrado preocupação em melhorar a qualidade no processo de assentamento de revestimento cerâmico em fachadas de edifícios. Há basicamente dois tipos de argamassas utilizadas para fixação das peças cerâmicas nessa cidade. Uma feita na própria obra e a outra, industrializada. Este trabalho teve por finalidade comparar a resistência de aderência entre os dois tipos de argamassas. Verificou-se que os dois tipos de argamassas são capazes de promover resistências de aderência superiores ao valor requerido pela normalização brasileira. Constatou-se que a mão-de-obra é um aspecto muito importante para obtenção da qualidade desse processo.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	3
SUMÁRIO .....	4
1. INTRODUÇÃO .....	5
2. METODOLOGIA .....	6
2.1. Obra nº 1 .....	6
2.2. Obra nº 2 .....	8
3. MATERIAIS .....	10
3.1. Obra nº 1 .....	10
3.1.1. Chapisco .....	10
3.1.2. Argamassas de emboço.....	10
3.1.3. Argamassas de fixação das cerâmicas .....	11
3.1.4. Revestimento cerâmico.....	12
3.2. Obra nº 2 .....	12
3.2.1. Chapisco .....	12
3.2.2. Argamassas de emboço.....	12
3.2.3. Argamassas de fixação das cerâmicas .....	13
3.2.4. Revestimento cerâmico.....	13
4. RESULTADOS .....	14
5. CONCLUSÃO .....	20

## 1. INTRODUÇÃO

Há na cidade de Fortaleza, no Estado do Ceará - Brasil uma certa tradição de revestir com peças cerâmicas as fachadas dos edifícios destinados à ocupação de usuários pertencentes às classes média e alta.

Observa-se que algumas dessas fachadas com peças cerâmicas apresentam patologias cujo resultado final é o descolamento dessas peças. Esse resultado além dos inconvenientes de má aparência e de permitir com maior facilidade a infiltração de água da chuva pode acarretar danos maiores tais como, durante a queda, a peça bater em um veículo e o mais grave, atingir um ser humano.

Em face desses problemas a Comunidade da Construção em Fortaleza resolveu iniciar estudos para evitar, ao máximo, a ocorrência de patologias nesse tipo de fachadas.

Como ponto de partida para essa investigação foi proposta uma comparação entre os materiais utilizados para fixação das peças cerâmicas ao emboço. Pois, na cidade de Fortaleza, segundo depoimento dos construtores, há basicamente dois tipos de materiais utilizados para essa fixação: a argamassa colante (industrializada) e uma argamassa produzida no próprio canteiro de obras. O parâmetro de comparação entre as duas formas de assentar as peças cerâmicas foi a resistência de aderência à tração.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Obra nº 1**

Na primeira obra estudada, foram feitos três painéis, constituídos de emboços de cerca de 2cm de espessura, de aproximadamente dois metros quadrados de área, cada, aplicados em alvenaria de blocos de concreto.

O local onde foram feitos os painéis foi lavado com bastante água, com escovação, com a finalidade de eliminar algum material que porventura viesse a prejudicar a aderência. No dia seguinte após a lavagem foi aplicado o chapisco. Três dias após essa operação foram executados os emboços com dois tipos de argamassas.

O primeiro painel (P1) foi constituído de argamassa composta de cimento, areia de rio e areia vermelha. Na descrição feita no item MATERIAIS essa argamassa foi denominada argamassa de emboço tipo 11. Esse tipo de argamassa é normalmente utilizada pela empresa construtora para emboçar suas fachadas que recebem peças cerâmicas como acabamento final.

O segundo (P2) e o terceiro (P3) painéis foram constituídos de argamassa composta de cimento, cal e areia. Na descrição feita no item MATERIAIS essa argamassa foi denominada argamassa de emboço tipo 12. Esse tipo de argamassa representa um tipo em geral recomendado pela literatura especializada.

A execução dos painéis foi durante a manhã. A colocação das primeiras quantidades de argamassa no primeiro painel deu-se às 9:20h.

O início da aplicação das primeiras quantidades de argamassa nos painéis 2 e 3 ocorreu às 10:05h.

Nos três painéis houve o sarrafeamento após decorrida uma hora do início da aplicação da argamassa.

Houve desempenho, também, nos três painéis após decorridas quatro horas contadas a partir do início da colocação da argamassa.

No decurso de seis horas do início de execução dos painéis, foram aplicadas cerâmicas nos painéis 1 e 2. A argamassa de fixação das cerâmicas foi a argamassa produzida no próprio canteiro de obras, composta de cimento e areia vermelha, onde se busca a proporção volumétrica de **1 : 2**. Em virtude da argamassa de emboço ainda estar úmida durante a aplicação da cerâmica, essa técnica é denominada pelos construtores locais de "**úmido sobre úmido**".

Para distinguir, de forma simplificada, as duas formas de fixação das cerâmicas será usada a partir de agora a seguinte notação:

AC - argamassa colante

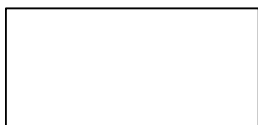
UU - argamassa produzida no canteiro-de-obras (técnica úmido sobre úmido)

A aplicação da cerâmica no terceiro painel (P3) ocorreu 28 dias após sua execução. Para fixação dessas cerâmicas foi utilizada argamassa colante tida como de boa qualidade pelos bons construtores locais.

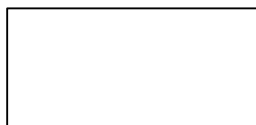
Em todos os três painéis as cerâmicas foram colocadas da seguinte forma: espalhava-se a argamassa de fixação, com o lado liso de uma desempenadeira, na área onde seriam aplicadas as cerâmicas e logo em seguida passava-se o lado denteado da mesma desempenadeira na camada de argamassa, formando sulcos e cordões paralelos. Cada peça cerâmica seca era colocada sobre essa camada estriada de argamassa, pressionada contra a alvenaria e com um movimento na direção ortogonal à direção das estrias de modo a desfazer os cordões.

Para melhor visualização é apresentado abaixo um esquema dos três painéis

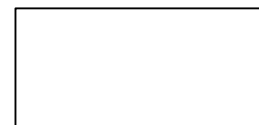
## Obra nº 1 - Painéis em substrato de blocos de concreto



P<sub>1</sub>  
EMBOÇO 11  
UU



P<sub>2</sub>  
EMBOÇO 12  
UU



P<sub>3</sub>  
EMBOÇO 12  
ARG.COLANTE  
(28 DIAS APÓS EMBOÇO)

Os ensaios de resistência de aderência foram realizados 28 dias após a colocação das peças cerâmicas.

### 2.2. Obra nº 2

No intuito de descobrir novas informações a respeito dos processos de fixação de peças cerâmicas, foi feita uma nova bateria de ensaios em outro edifício em construção, sob a responsabilidade de um empresa distinta da encarregada da OBRA Nº 1. Essa segunda construtora, tal como a primeira faz as fachadas de seus edifícios utilizando a técnica do úmido sobre úmido. Mas, com algumas diferenças nessa técnica.

As diferenças mais marcantes entre as técnicas utilizadas pelas duas construtoras são:

As proporções (traços) entre os materiais constituintes do emboço são diferentes.

Na técnica utilizada pela segunda construtora, o tardo da cerâmica é sempre preenchido por uma camada de argamassa. Há, antes da colocação da peça cerâmica, a aplicação da argamassa de fixação sobre o emboço, o que representa uma face e, também sobre o tardo da peça cerâmica apresentando a outra face. Daí a denominação corriqueira de aplicação em dupla face.

Uma outra diferença entre a primeira obra e a segunda é que nesta última a alvenaria fora construída com blocos cerâmicos.

De modo idêntico à primeira obra a alvenaria foi limpa um dia antes da aplicação do chapisco.



Aplicado o chapisco, no dia seguinte foram executados os emboços correspondentes a três painéis.

O primeiro painel foi constituído de argamassa de uso tradicional para a construtora nº 2 formada de cimento, areia vermelha e areia de rio, denominada no item MATERIAIS argamassa de emboço 21.

Os painéis nº 2 e nº 3 foram feitos com argamassa mista (cimento, cal e areia de rio).

A aplicação da cerâmica no painel 1 foi feita 5 horas após o início de execução do referido painel, através do processo úmido sobre úmido.

Sete dias após a execução do painel nº 2, foram aplicadas as cerâmicas com uso de argamassa colante. Esse procedimento visava identificar se haveria comprometimento na qualidade do emboço à base de cal, já que o mesmo estaria coberto por uma camada cerâmica com apenas uma semana após sua feitura.

O painel nº 3, tal como o nº 2, a cerâmica foi fixada com argamassa colante. Nesse caso a aplicação deu-se 28 dias após a execução do painel.

### **Obra nº 2 - Painéis em substrato de blocos cerâmicos**



P<sub>1</sub>  
EMBOÇO 21  
UU



P<sub>2</sub>  
EMBOÇO 22  
UU  
(7 DIAS APÓS EMBOÇO)



P<sub>3</sub>  
EMBOÇO 22  
ARG.COLANTE  
(28 DIAS APÓS EMBOÇO)

Os ensaio de resistência de aderência nos três painéis foram feitos com a idade de 63 dias após a aplicação das peças cerâmicas.

### **3. MATERIAIS**

No texto subsequente serão descritos e quantificados, quando necessários, os materiais utilizados na confecção em cada uma das camadas componentes dos painéis das duas obras e que continham as peças cerâmicas, nas quais foram feitos os ensaios de resistência de aderência à tração.

#### **3.1. Obra nº 1**

##### **3.1.1. Chapisco**

Um saco de cimento com 50kg, marca Nassau CP II Z 32 RS

Três padiolas de areia de rio úmida.

Dimensões da padiola: 45cm x 35cm x 22,5cm

Dezoito litros de água

9 litros de adesivo marca Bianco.

##### **3.1.2. Argamassas de emboço**

###### **3.1.2.1. Argamassa de emboço 11**

Essa espécie de argamassa já é normalmente utilizada na obra e foi aplicada no PAINEL 1

Um saco de cimento com 50kg, marca Nassau CP II Z 32 RS

Uma padiola de areia vermelha, úmida.

Cinco padiolas de areia de rio, úmida.

Dimensões da padiola, para ambas areias: 45cm x 35cm x 22,5cm

Trinta e oito litros de água.

### **3.1.2.2. Argamassa de emboço 12 (argamassa mista)**

#### a) Componentes da argamassa inicial:

Um saco de cal com 20kg, marca Carbomil, CH-I

Seis padiolas de areia de rio

Dimensões da padiola: 45cm x 35cm x 28cm

Doze litros de água

Obs. Essa argamassa aqui chamada de inicial, logo após sua mistura, foi colocada em um lastro impermeável e coberta com uma lona também impermeável. Foi deixada em repouso durante três dias. Após esse período, a mistura foi utilizada para produzir a argamassa a seguir descrita.

#### b) Componentes da argamassa final: (produzida três dias após a mistura da argamassa inicial)

Um saco de cimento com 50kg, marca Nassau CP II Z 32 RS

Todo o material que compunha mistura da argamassa inicial, anteriormente descrita

Trinta e seis litros de água.

### **3.1.3. Argamassas de fixação das cerâmicas**

#### **3.1.3.1. Argamassa produzida em obra**

Um saco de cimento com 50kg, marca Nassau CP II Z 32 RS

Duas padiolas de areia vermelha, úmida.

Dimensões da padiola: 45cm x 35cm x 22,5cm

#### **3.1.3.2. Argamassa industrializada**

Argamassa colante AC II - externa – Marca Votomassa

### **3.1.4. Revestimento cerâmico**

Foram utilizadas peças cerâmicas prensadas, dimensões nominais: 10cm x 10cm, em duas cores: branca e vermelha. A cerâmica de cor branca apresentou absorção média de 4,7%, enquanto que a de cor vermelha apresentou absorção de 5,0%, ambas de marca Elizabeth.

## **3.2. Obra nº 2**

### **3.2.1. Chapisco**

12 litros de cimento

24 litros de areia de rio peneirada

12 litros de água

Um litro de adesivo marca Bianco

### **3.2.2. Argamassas de emboço**

#### **3.2.2.1. Argamassa de emboço 21**

Essa espécie de argamassa já é normalmente utilizada na obra e foi aplicada no PAINEL 1

Um saco de cimento com 50kg, marca Poty CP II Z 32

Duas padiolas de areia vermelha, úmida.

Cinco padiolas de areia de rio, peneirada e úmida.

Dimensões da padiola, para ambas areias: 45cm x 35cm x 26cm

Cinqüenta litros de água.

#### **3.2.2.2. Argamassa de emboço 22 (argamassa mista)**

##### a) Componentes da argamassa inicial

Um saco de cal com 20kg, marca Carbomil, CH-I

Seis padiolas de areia de rio

Dimensões da padiola: 45cm x 35cm x 25cm

Vinte e cinco litros de água

Obs. Da mesma forma que na obra nº 1 essa argamassa inicial, logo após sua mistura, foi colocada em um lastro impermeável e coberta com uma lona também impermeável. Foi deixada em repouso durante um dia. Após esse período, a mistura foi utilizada para produzir a argamassa a seguir descrita.

b) Componentes da argamassa final 22 (produzida um dia após a mistura da argamassa inicial)

Um saco de cimento com 50kg, marca Poty CP II Z 32

Todo o material que compunha mistura da argamassa inicial, anteriormente descrita

Trinta e cinco litros de água

### **3.2.3. Argamassas de fixação das cerâmicas**

#### **3.2.3.1. Argamassa produzida em obra (Painel 1)**

12 litros de cimento marca Poty CP II F 32

24 litros de areia vermelha, úmida

#### **3.2.3.2. Argamassa industrializada**

Argamassa colante AC II - externa – Marca Votomassa

### **3.2.4. Revestimento cerâmico**

Peças cerâmicas prensadas, dimensões nominais: 10cm x 10cm, com absorção média de 5,2%, marca Eliane.

## 4. RESULTADOS

### Obra 1 - Painel 1

Nº CP	FORMA DE RUPTURA	Resistência de aderência (MPa)
1(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,27
2	100% camada de emboço	1,03
3	100% camada de emboço	0,82
4	100% camada de emboço	1,13
5(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,79
6	100% camada de emboço	0,60
7(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	1,17
8	100% camada de emboço	0,67
9(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,70
10(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,47
11	100% camada de emboço	0,99
12	100% camada de emboço	1,03
13	100% camada de emboço	0,82
14(*)	25% interface argamassa de fixação/emboço – 75% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,83
<i>(*) Amostras cujos cordões da argamassa não foram totalmente desfeitos por ocasião da fixação da cerâmica.</i>		
MÉDIA	(MPa)	0,81
DESVIO PADRÃO	(MPa)	0,25
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	(%)	31,5
MENOR VALOR	(MPa)	0,27
MAIOR VALOR	(MPa)	1,13

## Obra 1 - Painel 2

Nº CP	FORMA DE RUPTURA	RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA (MPa)
1(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,94
2(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,88
3(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,26
4(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,83
5(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,68
6(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	1,32
7(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,05
8	100% camada de emboço	0,96
9	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,81
10	100% camada de emboço	1,03
11	100% camada de emboço	0,98
12(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,14
13(*)	100% interface cerâmica/argamassa de fixação	0,61
14	100% camada de emboço	0,85
<i>(*) Amostras cujos cordões de argamassas não foram totalmente desfeitos por ocasião da fixação da cerâmica.</i>		
MÉDIA	(MPa)	0,74
DESVIO PADRÃO	(MPa)	0,36
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	(%)	48,9
MENOR VALOR	(MPa)	0,05
MAIOR VALOR	(MPa)	1,32

### Obra 1 - Painel 3

Nº CP	FORMA DE RUPTURA	RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA (MPa)
1	100% camada de emboço	0,47
2	100% camada de emboço	0,71
3	100% camada de emboço	0,55
4	100% camada de emboço	0,64
5	100% camada de emboço	0,59
6	100% camada de emboço	0,91
7	100% camada de emboço	0,60
8	100% camada de emboço	0,66
9	100% camada de emboço	0,49
10	100% camada de emboço	0,61
11	100% camada de emboço	0,49
12	100% camada de emboço	0,60
13	100% camada de emboço	0,71
14	100% camada de emboço	0,95
15	100% camada de emboço	0,29
16	100% camada de emboço	0,57
17	100% camada de emboço	0,78
18	100% camada de emboço	0,69
19	100% camada de emboço	0,72
20	100% camada de emboço	0,58
21	100% camada de emboço	0,71
MÉDIA	(MPa)	0,63
DESVIO PADRÃO	(MPa)	0,15
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	(%)	23,2
MENOR VALOR	(MPa)	0,29
MAIOR VALOR	(MPa)	0,95

### Obra 2 - Painel 1

	RESISTÊNCIA
--	-------------



Nº CP	FORMA DE RUPTURA	DE ADERÊNCIA (MPa)
1	100% camada de emboço	1,40
2	100% camada de emboço	1,52
3	80% camada de emboço e 20% interface argamassa de fixação/emboço	1,16
4	10% camada de emboço e 90% interface argamassa de fixação/emboço	1,63
5	100% camada de emboço	1,41
6	90% camada de emboço e 10% interface argamassa de fixação/emboço	1,58
7	10% camada de emboço e 90% interface argamassa de fixação/emboço	1,39
8	40% camada de emboço e 60% interface argamassa de fixação/emboço	1,55
9	100% interface argamassa de fixação/emboço	1,56
10	100% camada de emboço	1,57
11	80% camada de emboço, 15% interface argamassa de fixação/emboço e 15% na peça cerâmica	1,58
12	100% camada de emboço	1,25
MÉDIA (MPa)		1,47
DESVIO PADRÃO (MPa)		0,15
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)		10,0
MENOR VALOR (MPa)		1,16
MAIOR VALOR (MPa)		1,63

## Obra 2 - Painel 2

Nº CP	FORMA DE RUPTURA	RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA (MPa)
1	100% na argamassa colante	0,79
2	100% camada de emboço	0,92
3	100% camada de emboço	0,76
4	100% camada de emboço	0,87
5	100% camada de emboço	0,71
6	100% camada de emboço	0,62
7	100% camada de emboço	0,90
8	98% camada de emboço e 2% interface argamassa colante/emboço	0,68
9	100% camada de emboço	0,82
10	100% camada de emboço	0,90
11	100% camada de emboço	0,75
12	100% camada de emboço	0,92
MÉDIA	(MPa)	0,80
DESVIO PADRÃO	(MPa)	0,10
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	(%)	12,6
MENOR VALOR	(MPa)	0,62
MAIOR VALOR	(MPa)	0,92

### Obra 2 - Painel 3

Nº CP	FORMA DE RUPTURA	RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA (MPa)
1	100% camada de emboço	0,83
2	100% camada de emboço	0,81
3	100% camada de emboço	0,87
4	60% camada de emboço e 40% na camada de chapisco	0,68
5	100% camada de emboço	0,76
6	100% camada de emboço	0,82
7	100% camada de emboço	0,69
8	98% camada de emboço e 2% interface argamassa colante/emboço	0,59
9	95% camada de emboço e 5% na camada de chapisco	0,98
10	100% camada de emboço	0,54
11	100% camada de emboço	0,73
12	100% camada de emboço	0,56
MÉDIA (MPa)		0,74
DESVIO PADRÃO (MPa)		0,13
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)		18,0
MENOR VALOR (MPa)		0,54
MAIOR VALOR (MPa)		0,98

## 5. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, verifica-se que tanto a argamassa colante, como a argamassa feita em obra, promovem fixação de peças cerâmicas de modo satisfatório, pois ambos materiais, em média, apresentaram valores de resistência de aderência superiores aos exigidos pela normalização da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que é de 0,30 MPa.

Essa investigação, mostrou alguns aspectos que merecem registro. Um deles refere-se ao fato de que os construtores quando se referiam ao processo úmido sobre úmido, deixavam transparecer que se tratava de uma forma única de proceder. Em apenas duas empresas pesquisadas já se pode notar que há diferenças operacionais.

Uma dessas diferenças, que é marcante, é o fato de uma das empresas usar a dupla face na fixação da peça cerâmica (empresa nº 2), enquanto que a empresa nº 1 usa a técnica recomendada pelos fabricantes de argamassas colantes, que consiste no espalhamento da argamassa de fixação da cerâmica no emboço, com a face lisa da desempenadeira e em seguida é aplicada a face denteada dessa mesma desempenadeira sobre a argamassa espalhada, formando sulcos e cordões paralelos. Em seguida a peça cerâmica seca é colocada sobre essa camada estriada de argamassa, pressionando-a contra a alvenaria e com um movimento na direção ortogonal à direção das estrias de modo a desfazer os cordões.

Uma análise visual do corte feito nas argamassas de fixação dos corpos-de-prova ensaiados nos painéis da empresa nº 2 mostravam uma superfície homogênea, sem falhas, mostrando que a técnica da dupla face consegue espalhar melhor a argamassa de fixação no tardo da peça cerâmica. Já nos painéis da empresa nº 1, em alguns corpos-de-prova via-se nitidamente que os cordões feitos pelo lado denteado não estavam completamente desfeitos. Pode-se concluir que a argamassa aplicada no verso da cerâmica contribui para diminuir a existência de falhas na camada da argamassa de fixação.

Percebe-se ainda que a utilização da dupla face influenciou bastante no ganho de resistência de aderência da argamassa de fixação feita em obra. Quando se compara os valores médios do painel 1 da obra 1 com painel 1 da obra 2 nota-se que houve um aumento de resistência do primeiro para o segundo de cerca de 80%.

Os resultados obtidos, nos painéis da empresa nº 2, além de apresentarem valores altos, mostraram-se bastante homogêneos, fato este muito importante em qualquer processo produtivo. Esses dois aspectos (valores elevados e homogêneos) são decorrentes da técnica da dupla face.

Convém observar, no caso da obra 1, em que a argamassa de fixação foi colocada apenas no emboço, (não há dupla face) e que o assentador da cerâmica conseguiu desfazer os cordões de argamassa (painel 3), houve uniformidade nos resultados. Nesse painel 3, excetuando apenas um corpo-de-prova que apresentou resistência de aderência igual a 0,29MPa, nota-se que os outros apresentaram resistências superiores a 0,45MPa.

Com o resultados obtidos, conclui-se que a execução de fachadas, com peças cerâmicas, é um processo que depende fundamentalmente da mão-de-obra. É, portanto, necessário criar mecanismos não só de controle, mas, principalmente, que facilitem a execução dos serviços.