

ANÁLISE DE ACABAMENTO SUPERFICIAL EM ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO

Rodrigo Walnier (1); Prof.Dr. Fernando Pelisser (2)
UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)Rodrigo_walnier@hotmail.com (2) fep@unescc.net

RESUMO

O concreto pré-fabricado é um sistema construtivo que vem obtendo espaço no mercado por possibilitar uma rápida execução, controle de qualidade e facilitar a racionalização da obra. Por ser um processo industrializado possibilita um alto grau de inspeção, contudo, no que diz respeito a acabamento superficial esta inspeção é qualitativa. O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia para a classificação da qualidade superficial das peças de concreto pré-fabricadas através da análise de imagens, reduzindo assim o caráter subjetivo e melhorando o processo na planta de produção. Para isso foram aplicados dois tipos de concreto com viscosidades diferentes e após o endurecimento analisando a superfície dos mesmos através de imagens. Dessa forma, foi possível realizar a classificação das peças através de critérios objetivos, como distribuição geométrica dos defeitos e da densidade de bolhas presentes na superfície de cada peça.

Palavra-Chave: Concreto pré-fabricado, Análise de imagens, Acabamento superficial.

1. INTRODUÇÃO

Um dos métodos construtivos que vem obtendo espaço no mercado da construção civil é o sistema pré-fabricado. Segundo dados da ABCIC (2011) Associação brasileira da construção industrializada de concreto, o setor deve movimentar até o final deste ano de 2011 R\$ 5,5 bilhões, o que representa um crescimento de 15% em relação ao ano de 2010. Dentre as necessidades das peças pré-fabricadas de concreto, a aparência é uma das que tem maior destaque. Dentre as necessidades das peças pré-fabricadas de concreto, contudo, no que diz respeito a acabamento superficial esta inspeção é qualitativa. O nível de defeitos e a qualidade do acabamento são determinados através de inspeção visual à aparência é uma das que tem maior destaque, pois é a primeira impressão que o consumidor tem da qualidade do produto. Para Terzian (2005) todo processo de produção de pré-fabricados deve ter controle da qualidade da aparência das peças, e ainda sugere que seja atribuída uma nota a qualidade superficial para que sejam tomadas medidas para correção do problema.



Segundo Thompson (1970) Um dos primeiros problemas associados com qualquer discussão sobre a objecto de bolhas é encontrar um padrão adequado de referencia contra a qual diferentes tipos e graus de formação de bolhas. O método de utilização de fotografias como um padrão tem sido aprovado em preferência a um número de métodos mais sofisticados que se baseavam na medição de diâmetros e áreas de buracos.

Para que esta comparação não seja apenas qualitativa, estudou-se neste trabalho a utilização de métodos de análise de imagens para quantificar o grau de acabamento das superfícies das peças e comparando esses valores com imagens padrões.

No presente trabalho foi analisando dois sistema de classificação de analise superficial em elementos pré fabricados com finalidade de obter parâmetros concretos da melhor forma de classificação

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a aquisição das imagens foi utilizada uma câmera digital marca *Sony* modelo *Cybershot* com resolução de 10,1 *Mpixes*. Esta câmera foi acoplada em um aparato para garantir a estabilidade a distancia e a luminosidade adequada para a aquisição de imagens adequadas a análise comparativa. O aparato consiste de uma haste de tubo vazado com diâmetro de 50 mm e 1.30 metros altura com base reguladora de nível. Junto à haste vazada foi acoplada um guia na lateral externa para promover rigidez quanto ao deslocamento lateral. Na base que se desloca verticalmente foram acoplada 2 lâmpadas de *Led* de potencia de 1,5 *Watts* cada, como pode ser visto a seguir na figura 01.

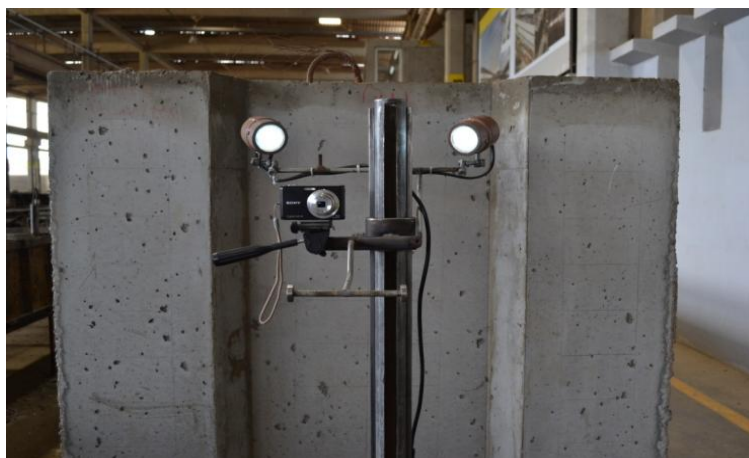


Figura 01 - Aparato desenvolvido para obtenção das imagens
Fonte: Rodrigo Walnier (2011).

A câmera fotográfica foi acoplada a uma base com regulagem tanto horizontal quanto vertical, possibilitando ajustes na obtenção das imagens. Para limitação de distancia entre a câmera e a peça foi acoplada uma haste medindo 20 cm de comprimento fixada à base que suporta a câmera. Conforme figura 02.



Figura 02 Vista lateral que mostra a barra de limitação do aparato em relação a peça.
Fonte: Rodrigo Walnier (2011)

Com objetivo de fornecer uma escala de referencia foi acoplado ao bordo da imagem enquadramento com papel milimetrado para posterior calibração das medidas no programa.

Para a análise computacional o programa utilizado foi o *Imagem Tool* conforme mostra figura 03, que é um programa gratuito e apresenta ferramentas apropriadas para o processo de análise das imagens. Este software foi desenvolvido pela

University of Texas Health Science Center at San Antonio e está disponível gratuitamente na página eletrônica desta instituição.



Figura 03 Interface do programa *Imagem Tool*
Fonte: *Imagem Tool 2002*

Foram utilizados dois tipos de concreto para a moldagens de amostras para análise, com diferentes viscosidades, ambos concretos auto adensáveis (CAA) com f_{ck} de 50 MPa dosados em central.

Após a mistura foram realizados ensaios de abatimento de tronco do cone (slump flow) para a verificação da abertura, caixa L para verificar o nivelamento do concreto, funil V para verificar o tempo de escoamento. Para cada peça concretada foram moldados 3 pares de corpo-de-prova com dimensões (10 x 20)cm em formas metálicas, para 1 dia, 7 dias e 28 dias respectivamente, a desforma ocorreu após 24 horas. Os resultados da caracterização dos concretos podem ser vistos na tabela 01 que mostra o desempenho de cada concreto.

Tabela 01 Caracterização dos concretos utilizados

traço	Ensaio no estado fresco			ensaio de resistencia (Mpa)		
	Slump flow	Caixa L	Funil V	1 Dia	7 Dias	28 Dias
menos viscoso	700	6/6 cm	7,49s	26,45	43,32	52,35
mais viscoso	660	6/7 cm	10,59s	27,36	44,87	54,21

Foram analisadas 6 fotos por peça, as imagens selecionadas foram escolhidas aleatoriamente, de forma que fossem amostras representativas do acabamento superficial das peças. Após serem escolhidas, as mesmas passaram por um processo de recorte digital. Todas as imagens a serem analisadas obtiveram medidas padronizadas de (2200x1400) *pixel*.

As imagens foram então exportadas para o image tool, onde foram analisadas individualmente. Primeiramente a imagem foi convertida para escala de cinza utilizando-se as ferramentas do programa. Após obter a imagem tratada realizou-se a calibração que define o tamanho em milímetros de cada *pixel*.

Passou-se então por um processo de binarização, utilizando-se seleção manual, que resultava em uma imagem onde as bolhas são pretas e o fundo branco. A imagem foi então submetida a um processo de filtragem que são ferramentas que auxiliam no destaque das bolhas, e na redução dos ruídos. Para este estudo a ferramenta que proporcionou melhores resultados foi mediana 3x3, é uma ferramenta que utiliza uma medida estatística que caracteriza a tendência central de uma matriz matemática, que neste caso é a própria imagem. Uma mediana 3x3¹. Pois sua característica elimina ruídos que prejudicam a imagem sem deteriorar de forma significativa as bordas das bolhas como pode ser observado nas figuras 04 e 05 que mostra nitidamente a eliminação de ruídos após a aplicação da mediana 3x3.

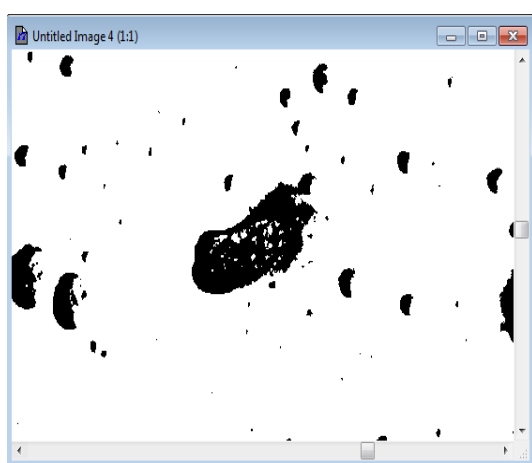


Figura 04 – imagem sem tratamento
Fonte: *Imagem Tool 2002*

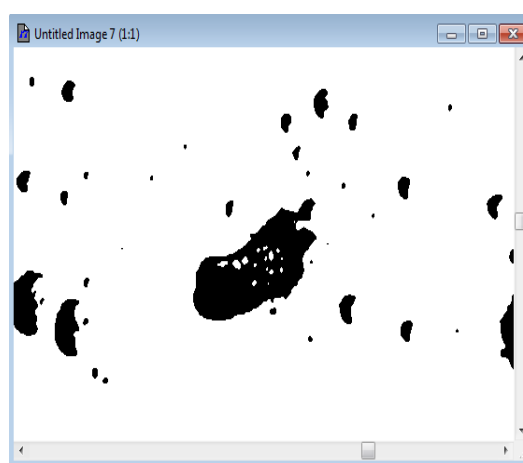


Figura 05 – imagem aplicado mediana 3x3
Fonte: *Imagem Tool 2002*

¹ Significa uma matriz 3x3 que será analisada e sua tendência central será utilizada para alterar o *pixel* central da matriz, modificando assim a imagem final.

Obteve-se assim uma tabela quantificando o percentual de área de bolhas que se concentra por faixa de diâmetro de análise.

Para propor uma classificação das peças através da análise de imagens, fez-se necessário à adoção de dois sistemas de classificação. Utilizou-se como referência **o Guide for surface finish of formed Concrete (1999) e CIB nº24 (Comité International du Béton) (NF P18 503 – 2003)**. Para o primeiro sistema foram selecionados um conjunto de peças que representam o acabamento descrito por este guia. Foi necessária a obtenção de imagens novas, pois a digitalização das imagens do guia não permitiu sua análise direta, pois a resolução das imagens fornecidas não permitiu uma análise concreta. Estas peças foram analisadas e o conjunto de tabelas correspondentes foi utilizado como padrão para a classificação das demais imagens conforme as figuras 06 a 17 apresentadas abaixo.



Figura 06 – imagem classe 1 do guia
Fonte: *Hurd et al (1999)*

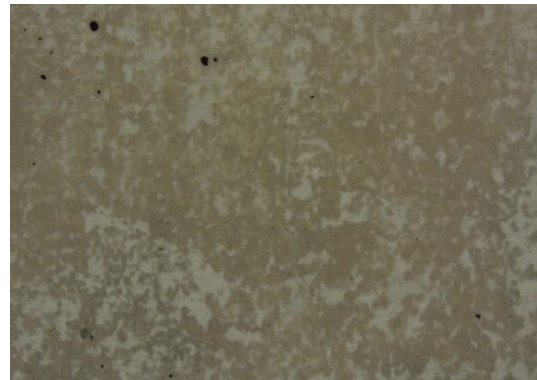


Figura 07 – imagem utilizada
Fonte: *Rodrigo Walnier (2011)*

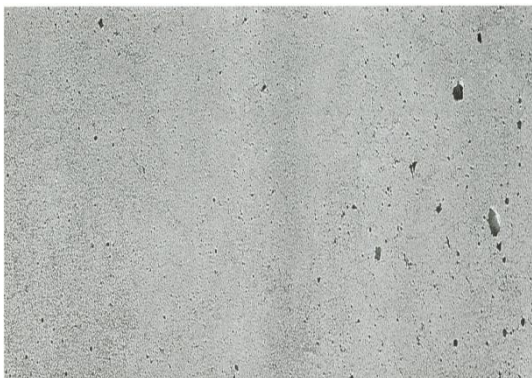


Figura 08 – imagem classe 2 do guia
Fonte: *Hurd et al (1999)*

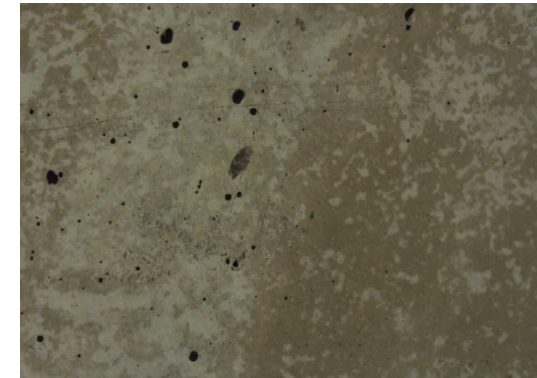


Figura 09 – imagem utilizada
Fonte: *Rodrigo Walnier (2011)*



Figura 10 – imagem classe 3 do guia
Fonte: *Hurd et al (1999)*

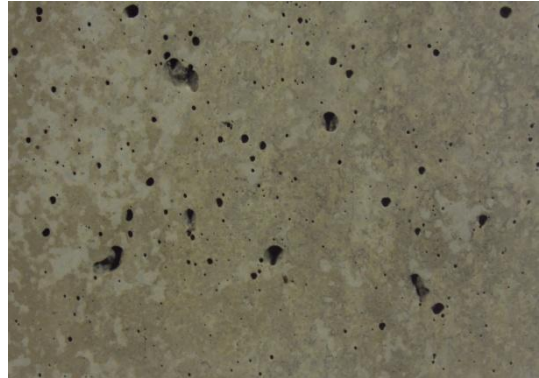


Figura 11 – imagem utilizada
Fonte: *Rodrigo Walnier (2011)*



Figura 12 – imagem classe 4 do guia
Fonte: *Hurd et al (1999)*



Figura 13 – imagem utilizada
Fonte: *Rodrigo Walnier (2011)*



Figura 14 – imagem classe 5 do guia
Fonte: *Hurd et al (1999)*



Figura 15 – imagem utilizada
Fonte: *Rodrigo Walnier (2011)*



Figura 16 – imagem classe 6 do guia
 Fonte: Hurd et al (1999)



Figura 17 – imagem utilizada
 Fonte: Rodrigo Walnier (2011)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As imagens utilizadas como padrão foram analisadas e sua distribuição de bolhas superficial foi classificada por faixa de diâmetro, conforme tabela 02 que mostra o percentual de bolhas obtidas de cada imagem, a distribuição pode ser analisada graficamente conforme figura 18 que mostra a distribuição de bolhas por faixa de diâmetro.

Tabela 2 - Classificação para as seis (06) categorias sugeridas pelo *Guide for surface finish of formed Concret* (1999)

Faixa de diâmetro (mm)	Numero de elementos	Valor médio (mm)	Total de área por faixa (mm ²)	Concentração de bolhas (%)	percentual/(Φ)
0.00 - 1.00	84	0,23	0,04	3,49	0,037
1.00 - 2.00	2	1,45	1,65	3,30	0,035
2.00 - 3.00	2	2,19	3,77	7,53	0,079
3.00 - 4.00	0	0	0,00	0,00	0,000
4.00 - 5.00	0	0	0,00	0,00	0,000
5.00 - 6.00	0	0	0,00	0,00	0,000
6.00 - 7.00	0	0	0,00	0,00	0,000
7.00 - 8.00	0	0	0,00	0,00	0,000
8.00 - 9.00	0	0	0,00	0,00	0,000
9.00 - 10.00			0,00	0,00	0,000
			5,46		0,15%
Faixa de diâmetro (mm)	Numero de elementos	Valor médio (mm)	Total de área por faixa (mm ²)	Concentração de bolhas (%)	percentual/(Φ)
0.00 - 1.00	254	0,34	0,09	23,06	0,28
1.00 - 2.00	16	1,28	1,29	20,59	0,25
2.00 - 3.00	5	2,61	5,35	26,75	0,32
3.00 - 4.00	0	0	0,00	0,00	0,00
4.00 - 5.00	1	4,47	15,69	15,69	0,19
5.00 - 6.00	0	0	0,00	0,00	0,00
6.00 - 7.00	0	0	0,00	0,00	0,00
7.00 - 8.00	0	0	0,00	0,00	0,00
8.00 - 9.00	0	0	0,00	0,00	0,00
9.00 - 10.00	0	0	0,00	0,00	0,00
			22,42		1,04%

Faixa de diâmetro (mm)	Numero de elementos	Valor médio (mm)	Total de área por faixa (mm ²)	Concentração de bolhas (%)	percentual/(Φ)
0.00 - 1.00	588	0,35	0,10	56,57	0,62
1.00 - 2.00	34	1,44	1,63	55,37	0,61
2.00 - 3.00	6	2,45	4,71	28,29	0,31
3.00 - 4.00	3	3,63	10,35	31,05	0,34
4.00 - 5.00	2	4,52	16,05	32,09	0,35
5.00 - 6.00	0	0	0,00	0,00	0,00
6.00 - 7.00	1	6,01	28,37	28,37	0,31
7.00 - 8.00	0	0	0,00	0,00	0,00
8.00 - 9.00	0	0	0,00	0,00	0,00
9.00 - 10.00	0	0	0,00	0,00	0,00
			61,21		2,56%
Faixa de diâmetro (mm)	Numero de elementos	Valor médio (mm)	Total de área por faixa (mm ²)	Concentração de bolhas (%)	percentual/(Φ)
0.00 - 1.00	97	0,38	0,11	11,00	0,11
1.00 - 2.00	15	1,31	1,35	20,22	0,20
2.00 - 3.00	4	2,5	4,91	19,63	0,19
3.00 - 4.00	1	3,45	9,35	9,35	0,09
4.00 - 5.00	2	4,51	15,98	31,95	0,31
5.00 - 6.00	1	5,54	24,11	24,11	0,24
6.00 - 7.00	0	0	0,00	0,00	0,00
7.00 - 8.00	0	0	0,00	0,00	0,00
8.00 - 9.00	1	8,45	56,08	56,08	0,55
9.00 - 10.00	0	0	0,00	0,00	0,00
			111,89		1,69%
Faixa de diâmetro (mm)	Numero de elementos	Valor médio (mm)	Total de área por faixa (mm ²)	Concentração de bolhas (%)	percentual/(Φ)
0.00 - 1.00	187	0,5	0,20	36,72	0,38
1.00 - 2.00	38	1,34	1,41	53,59	0,56
2.00 - 3.00	10	2,37	4,41	44,12	0,46
3.00 - 4.00	2	3,77	11,16	22,33	0,23
4.00 - 5.00	1	4,09	13,14	13,14	0,14
5.00 - 6.00	0	0	0,00	0,00	0,00
6.00 - 7.00	0	0	0,00	0,00	0,00
7.00 - 8.00	1	7,48	43,94	43,94	0,46
8.00 - 9.00	1	8,12	51,78	51,78	0,54
9.00 - 10.00	0	0	0,00	0,00	0,00
10.00 - 11.00	1	10,77	91,10	91,10	0,95
11.00 - 12.00	1	11,17	97,99	97,99	1,02
12.00 - 13.00	0	0	0,00	0,00	0,00
13.00 - 14.00	0	0	0,00	0,00	0,00
			315,13		4,74%
Faixa de diâmetro (mm)	Numero de elementos	Valor médio (mm)	Total de área por faixa (mm ²)	Concentração de bolhas (%)	percentual/(Φ)
0.00 - 1.00	293	0,49	0,19	55,25	0,56
1.00 - 2.00	53	1,35	1,43	75,86	0,77
2.00 - 3.00	6	2,34	4,30	25,80	0,26
3.00 - 4.00	7	3,36	8,87	62,07	0,63
4.00 - 5.00	3	4,62	16,76	50,29	0,51
5.00 - 6.00	0	0	0,00	0,00	0,00
6.00 - 7.00	0	0	0,00	0,00	0,00
7.00 - 8.00	1	7,24	41,17	41,17	0,42
8.00 - 9.00	2	8,73	59,86	119,71	1,21
9.00 - 10.00	0	0	0,00	0,00	0,00
10.00 - 11.00	1	10,18	81,39	81,39	0,82
11.00 - 12.00	0	0	0,00	0,00	0,00
12.00 - 13.00	1	12,1	114,99	114,99	1,16
13.00 - 14.00	0	0	0,00	0,00	0,00
			328,96		6,33%

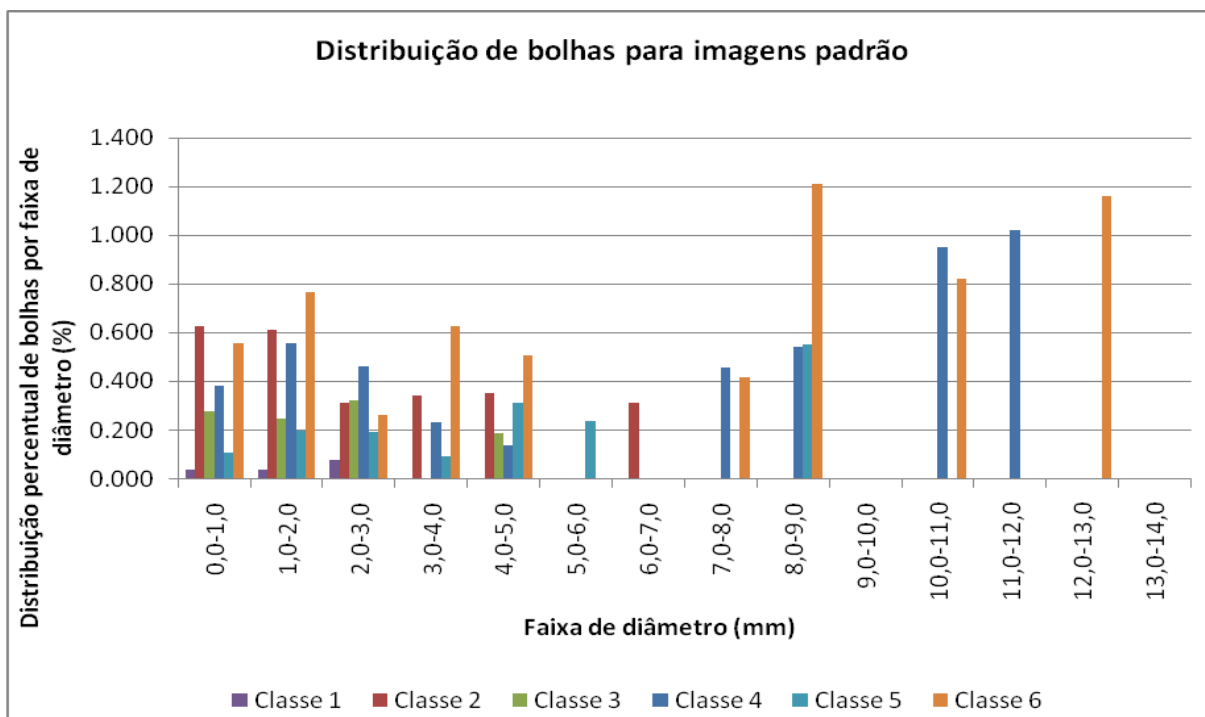


Figura 18 - Gráfico de classificação obtidas a partir de análise de imagens selecionadas como padrão.

Nota-se que a distribuição de diâmetros é o parâmetro utilizado para classificação visual das peças, uma vez que o percentual total de área ocupada por defeitos pode variar de forma relativamente aleatória. A partir da análise das imagens padrão observou-se que a metodologia sugerida para o estudo é sensível às mudanças de acabamento e permite uma quantificação dos principais parâmetros envolvidos na classificação da qualidade do acabamento em peças pré-fabricadas de concreto. Fez-se então a classificação das peças amostradas. Foram tratadas seis imagens por peça, os resultados são mostrados nas figuras 19 e 20 que representam graficamente a distribuição de bolhas de cada tipo de concreto.

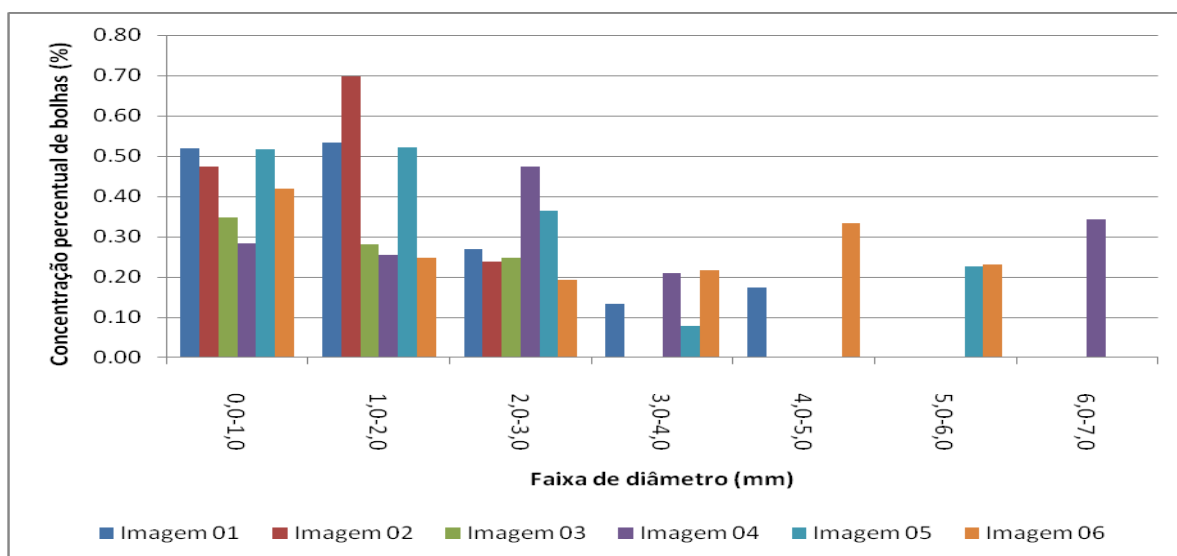


Figura 19 - Valores para cada imagem obtida da peça produzida com concreto menos viscoso.

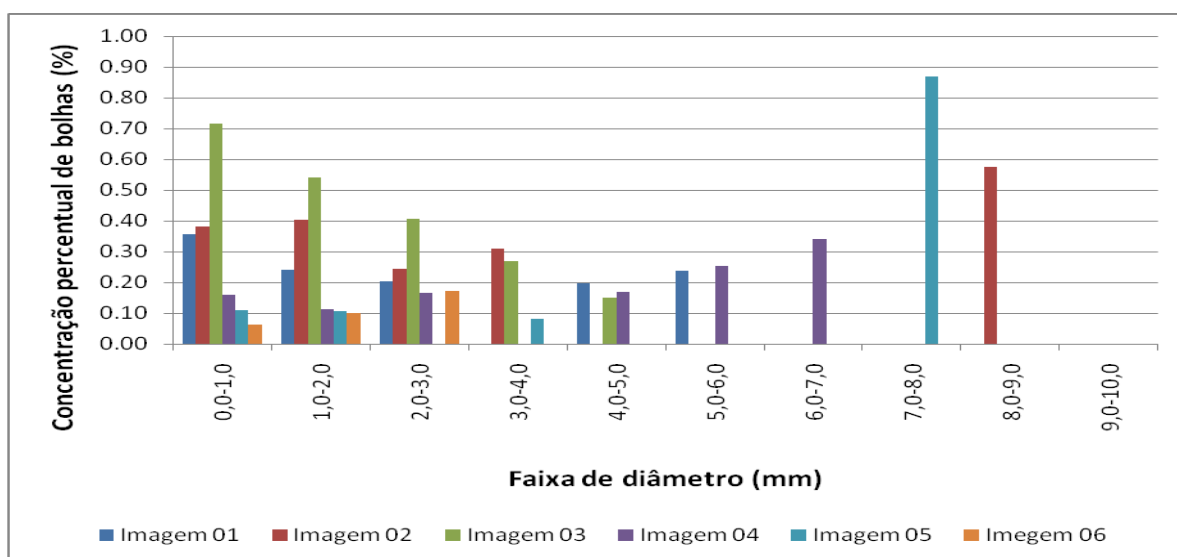


Figura 20 - Valores para cada imagem da peça produzida com concreto mais viscoso.

O concreto menos viscoso, como esperado, apresentou uma concentração de bolhas com diâmetros menores. Isto se deve a maior facilidade de saída do ar aprisionado entre a forma e o concreto. Observa-se também a menor variabilidade da distribuição das bolhas entre as imagens, isto sugere que a peça produzida com concreto mais fluido apresentou um acabamento mais uniforme. O concreto mais viscoso potencializa a retenção de bolhas de diâmetros maiores, pois exige mais esforço para que estas possam migrar para a superfície superior da forma possibilitando sua saída da peça. Por ser menos fluido o concreto 2 proporcionou uma retenção diferencial no diâmetro das bolhas sendo que a parte inferior da peça

tende a apresentar um acabamento de melhor qualidade, enquanto a parte superior apresentou bolas de diâmetros maiores. A partir das imagens individuais foi possível traçar uma distribuição média das bolhas para cada faixa de diâmetro, figura 21. Esta distribuição média foi utilizada para classificar a qualidade do acabamento das peças.

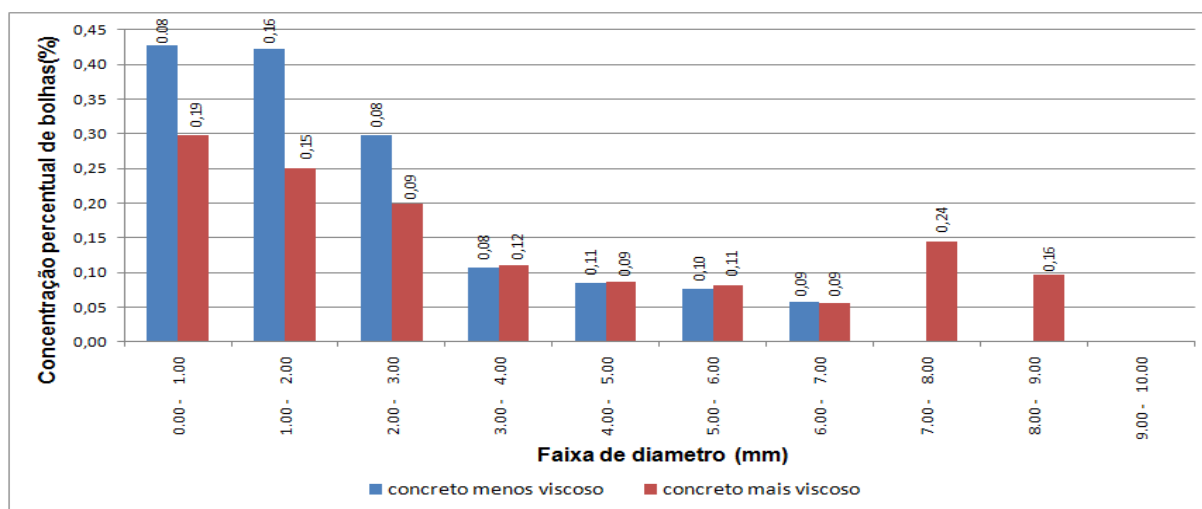


Figura 21 - Comparação entre as distribuições médias de bolhas para cada tipo de concreto.

A partir da comparação com os parâmetros definido na figura 6 as peças foram classificadas como classe 2 e classe 5, para o concreto menos viscoso e mais viscoso, respectivamente.

3.1 ANÁLISE ATRAVÉS DO CIB NF P18 503

Foi realizada também a classificação de acordo com as recomendações do CIB nº24 com objetivo de obter uma classificação definida por classes. Para isso foi utilizado uma tabela padrão com índice de classes já definidos. sendo que para obtenção dos resultados foi realizado uma média por peça estudada, cada tipo de concreto foram obtidas 6 imagens e, cada imagem gerou um percentual de bolhas.

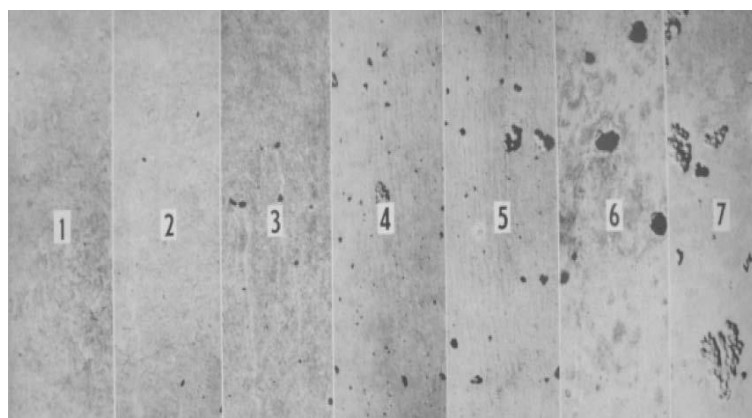


Figura 22 - Tábua das densidades de bolhas como definido pelo nº24 de relatório do CIB.

Tabela 3 - Quantificação das classes de bolhas como definido pelo nº24 de relatório do CIB.

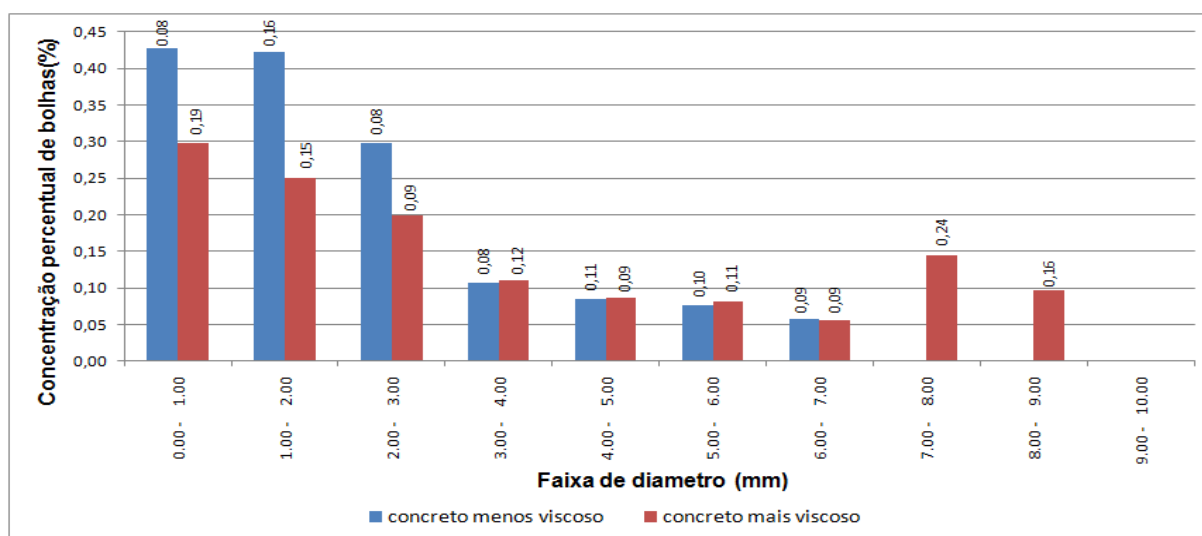
Classes definidas pelo nº24 de relatório do CIB NF P18 503	Percentual (%) obtido para cada classe conforme nº24 de relatório do CIB NF P18 503	Classificação concreto menos viscoso (%)	Classificação concreto mais viscoso (%)
Classe 1	0,092%	-	-
Classe 2	0,156%	-	-
Classe 3	0,666%	-	-
Classe 4	2,146%	1,47%	1,33%
Classe 5	3,468%	-	-
Classe 6	4,268%	-	-
Classe 7	12,527%	-	-

Tabela 4 - Média do percentual de bolhas do concreto menos viscoso

Faixa de diâmetro (mm)	Numero de elementos	Valor médio (mm)	Total de área por faixa (mm ²)	Concentração de bolhas (%)/área.	percentual/(Φ)
0.00 - 1.00	378,00	0,37	0,11	39,71	0,43
1.00 - 2.00	28,83	1,31	1,35	39,50	0,42
2.00 - 3.00	6,17	2,41	4,60	27,75	0,30
3.00 - 4.00	1,00	2,35	6,54	9,78	0,11
4.00 - 5.00	0,50	1,49	5,20	7,64	0,08
5.00 - 6.00	0,33	1,70	6,81	6,81	0,08
6.00 - 7.00	0,17	1,07	5,36	5,36	0,06
7.00 - 8.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.00 - 9.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9.00 - 10.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	415		29,97	136,55	1,47

Tabela 5 – Média do percentual de bolhas do concreto mais viscoso

Faixa de diâmetro (mm)	Numero de elementos	Valor médio (mm)	Total de área por faixa (mm ²)	Concentração de bolhas (%)/área	percentual/(Φ)
0.00 - 1.00	291,83	0,33	0,09	27,88	0,30
1.00 - 2.00	17,00	1,33	1,38	23,42	0,25
2.00 - 3.00	4,00	2,07	4,05	18,69	0,20
3.00 - 4.00	1,17	1,64	4,25	10,18	0,11
4.00 - 5.00	0,50	2,28	8,22	8,22	0,09
5.00 - 6.00	0,33	1,82	7,78	7,78	0,08
6.00 - 7.00	0,17	1,07	5,34	5,34	0,06
7.00 - 8.00	0,33	1,21	6,84	13,69	0,15
8.00 - 9.00	0,17	1,36	8,65	8,65	0,10
9.00 - 10.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	315,5		46,60	123,85	1,33


Figura 23 - Comparação entre as distribuições médias de bolhas para cada tipo de concreto

Desta forma ficou evidente que proceder a classificação por faixa percentual seria menos adequado, pois analisando os dois tipos de concretos ensaiados os mesmos apresentaram distorção quanto a superfície indicando um grau de bolhas com diâmetros diferentes variando 1mm a 13mm de diâmetros, analisando de forma visual bolhas com diâmetros menores não podem ser vistos a longa distâncias. Quanto bolhas de diâmetros maiores é possível ser analisada a longa distâncias, concluído assim que mesmo obtendo valores percentuais iguais o diâmetro das bolhas deve ser levado em consideração conforme o mesmo é observado.



4 CONCLUSÕES

A metodologia apresentada mostrou-se adequada as mudanças de acabamento de peças pré-fabricadas em concreto. Desta forma foi possível de forma relativamente simples classificar as peças de concreto produzidas a partir do padrão definido pelo *Guide for surface finish of formed Concret* e pelo *CIB nº 24 NF P18 503*.

O diâmetro da bolha ou defeito é o parâmetro mais relevante para a definição do acabamento superficial de peças pré-fabricadas.

Pode-se diferenciar a homogeneidade do acabamento superficial da peça pela análise da variabilidade da concentração de bolhas para cada faixa de diâmetros.

Bem como diferenciar o acabamento gerado por dois tipos de concretos com viscosidades diferentes.

Para o primeiro sistema a análise foi feita de forma gráfica avaliando o diâmetro das bolhas e sua distribuição por faixa. Desta forma obteve-se valores diferentes, classificando as mesmas como classe 2 e 5 para concreto menos viscoso e mais viscoso respectivamente.

Para o segundo sistema a classificação procedeu de forma que as classes eram estabelecidas e a classificação foi feita por índice percentual, desta forma obteve classe 4 para ambos concretos que segundo a **tabela 3** fica limitada entre **0,666%** e **2,146%**. Os valores obtidos para cada tipo de concreto foi de **1,47%** e **1,33%**, para concreto menos viscoso e concreto mais viscoso respectivamente.

Desta forma conclui se que o parâmetro bolha deve ser levado em consideração, pois ficou claro que a análise depende da distância de observação do objeto. Desta forma a análise pelo sistema de imagens padrão se mostrou mais eficiente, pois colocou em evidencia o diâmetro das bolhas. Quanto ao segundo sistema não obteve uma classificação coerente, pois não levou em consideração o diâmetro das bolhas, fazendo com que se obtive se uma classificação por defeito total da área. No entanto a possibilidade de se estabelecer critérios para classificação quanto ao diâmetro é possível e depende do diâmetro que cada classe pode atingir.



5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABCIC – Associação Brasileira da construção industrializada de concreto
Disponível em <www.abcic.com.br>. Acesso em 24/05/2011.

BY M. S. THOMPSON **Blowholes in Concrete Surfaces** PUBLICATION #C700043
Copy right © 1970, The Aberdeen Group All rights reserved 1970.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações.** São Carlos:
EESC-USP, 2000.

FILHO, Ogê Marques; NETO, Hugo Vieira. **Processamento digital de imagem** Rio
de Janeiro: Brasport, 1999.

GONZALES, Rafael C; WOODS, Richard E. **Processamento de imagens digitais**
Tradução Roberto Marcodes; Cesar Junior São Paulo: Edgar Blucher, 2000.

HURD, Mary.; SCHIERHORN, Carolin.; IRACE, Michael. **Guide for Surface Finish
of Formed Concrete.** As-cast Structural Concrete. Prepared by the ASCC(American
Society of Concrete Construction), Education and training Committee 1999.

IMAGEM TOOL – versão 3.0 2002 **University of Texas Health Science Center at
San Antonio** Disponível em <<http://www.uthscsa.edu>>.

PIERI, Thiago Spileri; **Concreto de Alto Desempenho Auto-Adensável (CADAA)
para Estruturas Pré-Fabricadas de Concreto.** Pós-Graduação em engenharia civil
apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina.UFSC 2007.

PROF. RINGOT, **Les parements en béton réglementation (France) – problèmes
– protection** Disponível <<http://dc223.4shared.com/doc/-GAs7kVO/preview.html>>
acessado em 20/07/2011

TERZIAN, P. Concreto Pré-Fabricado in: Isaia, Geraldo. **Concreto Ensino,
pesquisas e realizações.** volume 2, cap 44, Editora IBRACOM. 2005.