

Revisão dos sistemas de classificação da qualidade superficial do betão à vista



Elson Almeida¹



Narciso Carretero²

RESUMO

Sendo o material de construção mais utilizado atualmente, o betão tem vindo a ser sucessivamente melhorado de modo a responder às crescentes exigências técnicas, estéticas, funcionais e ambientais impostas pelos projetistas no que toca à sua utilização.

De entre estas exigências destaca-se a utilização de paramentos com elevado desempenho a nível estético de modo a corresponderem aos objetivos idealizados pela arquitetura. Desta forma, têm vindo a ser cada vez mais desenvolvidos os betões com elevado desempenho a nível arquitetónico, onde se englobam os betões à vista quer nas suas cores usuais – cinzento e branco - como os betões coloridos.

A aplicação de betão à vista requer um grande conhecimento do material e do seu comportamento bem como das técnicas de fabrico e aplicação. Desta forma, e de modo a que se consiga um resultado final com elevada qualidade em termos visuais será necessária uma grande dose de cuidados durante todas as fases do processo construtivo.

Nos últimos anos, as associações de fabricantes de betão e/ou de cofragem, têm tido um papel importante na definição de tópicos relacionados com o acabamento do betão à vista e realizaram um esforço para documentar e estabelecer critérios de classificação superficial do betão.

Este artigo apresenta uma revisão dos sistemas de classificação da qualidade superficial do betão à vista.

Palavras-chave: betão à vista, qualidade superficial, classificação

¹ Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve, Departamento de Engenharia Civil, Faro, Portugal. elmeida@ualg.pt

² Escola Técnica Superior de Arquitectura da Universidade de Sevilha, Sevilha, Espanha. narciso@us.es

1. INTRODUÇÃO

As obras emblemáticas necessitam cada vez mais da aplicação de materiais de elevado desempenho e no caso do betão, para além da resistência e durabilidade elevada, exige-se um paramento uniforme de alta qualidade superficial.

Nas obras de betão à vista é importante que exista entre os agentes envolvidos neste processo, uma definição clara e uma linguagem comum em relação aos resultados esperados.

Com o objetivo de obter um resultado final com uma maior qualidade visual tem que haver muitos cuidados durante o processo de construção. Na aplicação de betão à vista, a presença de anomalias que apesar de não ter a nível estrutural relevância, poderão colocar em causa a aceitação do trabalho em termos estéticos.

Nos últimos anos, as associações de fabricantes de betão e/ou de cofragem, têm tido um papel importante na definição de tópicos relacionados com o acabamento do betão à vista e realizaram um esforço para documentar e estabelecer critérios de classificação superficial do betão.

2. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

Nos últimos anos, as associações de fabricantes de betão e/ou cofragens tem liderado os temas relacionados com os acabamentos do betão à vista e tem realizado um esforço para documentar e estabelecer critérios de classificação de superfícies de betão [1, 2, 3, 5, 6].

Quase todas as recomendações são de aplicação no âmbito territorial de origem, sendo que algumas têm sido traduzidas e mais utilizadas.

Em seguida, apresenta-se um resumo dos sistemas de classificação de qualidade superficial do betão mais relevantes.

2.1 Sistema CIB W29 (1973)

O sistema de classificação apresentado pela International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB W29), é uma das primeiras classificações utilizadas. No relatório n.º 24 “Tolerances on blemishes of concrete”, a classificação do betão é feita em termos de cor e de existência de vazios. Este divide as superfícies em 4 categorias (especial, cuidada, normal e bruta) em função do cumprimento de 4 grupos de requisitos: variação da forma, manchas e defeitos superficiais, vazios e variação da cor [1]. Os níveis de especificação para atribuir categorias variam em função da distância a que se visualiza a superfície. São apresentadas uma escala de cinzentos para se poder aferir das variações de cor e uma escala contendo fotografias de referência que ilustram superfícies que apresentam diferentes quantidades de vazios.

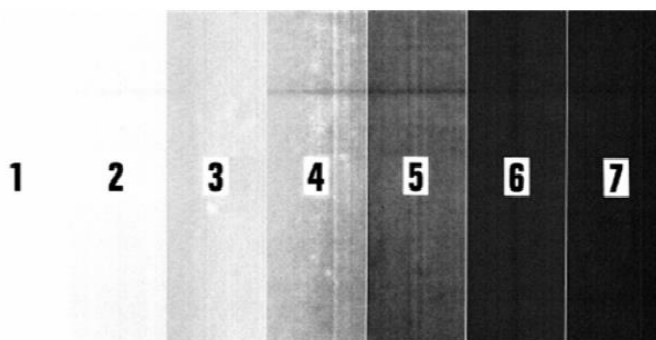


Figura 1. Escala de referência relativo à cor cinzento [1].

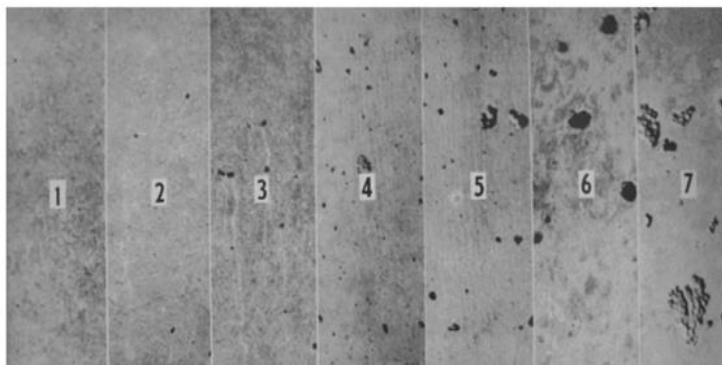


Figura 2. Escala de referência relativo à quantidade de vazios [1].

A aferição da variação da cor é efetuada por comparação visual simples da superfície do betão através da escala de referência de cinzentos impressa que vai desde o cinzento mais claro (nível 1) a uma cor cinzento mais escuro (nível 7). Esta classificação, embora simples, pode ser problemática devido à variabilidade das diferentes escalas de referência impressas, a subjetividade do olho humano, as diferentes propriedades óticas do betão e do papel, condições de iluminação e falta de informação sobre a homogeneidade [1].

2.2 Sistema da norma NZS 3114 (1987)

A norma NZS 3114 (1987), publicação da Nova Zelândia “Especificação para acabamento superficial do betão”, proporciona informação sobre o uso, tanto pelo especificador e pelo executante. Este sistema de classificação abrange as superfícies de betão que são principalmente dependentes da cofragem para obtenção da textura e acabamento [2].

A classificação é feita por 6 classificações (F1 a F6) para abranger todas as qualidades superficiais do betão. Variam desde superfícies ocultas (F1), (por exemplo, fundações, tardo de muros de contenção, superfícies revestidas), superfícies para reboco (F2), superfícies expostas que não sejam sujeitas a exame minucioso (F3), superfícies para painéis de alta qualidade arquitetónica (F6). A tabela 1 descreve o requisitos para especificação do acabamento superficial do betão.

Embora não haja uma escala de referência de cinzentos na norma, não há limites específicos estabelecidos quanto às variações aceites no âmbito de cada acabamento. O especificador determina o intervalo aceitável com o protótipo de referência.

Quadro 1. Resumo dos requisitos para especificação do acabamento superficial do betão [adaptado de 2].

			Variação do plano da superfície		Cor						Irregularidades físicas						Revestimento Superficial				
			Protótipo de referência	Abrupto (mm)	Gradual (mm)	Descoloração	Contaminação	Empoeiramento	Retardamento	Eflorescências	Manchas	Limite de vazios	Deformação da cofragem	Perda de argamassa	Ancoragens	Juntas de cofragem	Incrustação	Descasque	Destacamento	Composição	Método
F6	Superfície de elevada importância. Aparência muito importante.	Painéis arquitetónicos Canais de escoamento	R	1 4 3	P	P	P	P	P	*	2	2mm 1/360	E	A	A	P	P	P	S	A	A
F5	Superfície estrutural com importância. Exame minucioso frequente.	Paredes, Painéis, pilares, vigas, parapeitos, escritórios, átrios, áreas públicas.	R	6	P	P	P	P	P	*	3	3mm 1/270	P	A	A	P	P	P	5	A	
F4	Superfície estrutural com importância moderada, frequentemente observada.	Paredes, painéis, pilares, áreas secundárias (por exemplo: caves, estacionamentos).	R	6	P	P	P	P	P	*	4	3mm 1/270	P	A	A	P	P	P	5	A	
F3	Superfícies expostas que não sejam sujeitas a exame minucioso.	Edifícios e estruturas de engenharia observadas de longe.		6	6			P	P		5		P			P	P	P		A	
F2	Superfícies para aplicação de reboco ou outros revestimentos.	Interior e exterior de superfícies para serem revestidas.		6	6			P	P		7										
F1	Rugosidade permitida: preencher vazios, defeitos, permitida variação de cor.	Fundações, tardo de muros de contenção, superfícies revestidas.									7										

R = Requerido S = Indicado pelo Especificador P = Precauções para minimizar efeitos E = Prevenir a ocorrência A = Aprovação requerida

* Se especificado a gama de manchas requerida, o acabamento deverá ser designado por sufixo X.

Tradução livre pelo autor.

2.3 Sistema da norma AS 3610 (1995)

A norma australiana AS 3610 (1995) “Cofragens para betão”, trata principalmente da qualidade superficial do betão à vista “in situ” ou pré-fabricado [3]. A qualidade do acabamento superficial é especificada por 5 classes. As classes 1, 2 e 3 são para betão à vista com elevado desempenho da qualidade superficial. As classes 4 e 5 são típicas em aplicações onde a qualidade superficial não é relevante, cumprindo as tolerâncias especificadas na AS 3600 (2009) “Projeto de Estruturas de betão” [4]. Apresenta-se na tabela 2, os critérios de aceitação para a qualidade superficial do betão.

Quadro 2. Requisitos mínimos do acabamento superficial do betão da AS 3610 [adaptado de 3].

Qualidade de acabamento superficial	Classe 1		Classe 2		Classe 3		Classe 4		Classe 5	
1 Porosidade	Referem-se as fotografias na AS 3610, para exemplo						N/A		N/A	
2 Deformação derivado à cofragem	Menor que 2mm ou 1/360		Menor que 3mm ou 1/270		Maior que 3mm ou 1/270		Maior que 3mm ou 1/270		N/A	
	Tolerância para elementos retos com superfície lisa, em milímetros									
	% das leituras									
	95	100	90	100	80	100	70	100	70	100
3 Saliências provocadas pela cofragem										
Dentro do elemento	1	2	2	3	3	5	5	8		
Com junta de construção	2	3	2	3	3	5	5	8	*	*
4 Ondulações Superficiais **										
l = 300 (a - b) ≤	1	2	2	4	3	4	5	7	*	*
l = 1500 (a - b) ≤	2	4	3	6	5	7	8	10		
5 Planimetria										
Malha de 1.25 m	4	5	6	7	7	10	*	*	*	*
De 5 m até 10 m (não aplicável a betão pré-fabricado)	5	7	7	10	10	15	*	*	*	*
6 Verticalidade										
Altura < 3 m	3	5	4	6	5	7	*	*	*	*
< 3 m altura < 8 m (não aplicável a betão pré-fabricado)	6	8	8	10	10	12	*	*	*	*

N/A - Não Aplicável

* - Limitado pela AS3600

** - a e b são respetivamente a máxima e mínima distância da margem.

Tradução livre pelo autor.

2.4 Sistema da DBV BDZ (2004)

A associação Deutscher Beton-und Bautechnik-Verein (DBV) e Bundesverband der Deutschen Zementindustrie (BDZ) publicou em 2004 a 3ª edição do Código de Práticas para o “Betão Arquitetónico”. O código estabelece 4 categorias de qualidade para o betão à vista (HV1 a HV4), que se pode alcançar tendo em conta 6 classes de requisitos diferentes: textura superficial, porosidade, uniformidade da cor, planimetria, juntas de cofragem. Adicionalmente poderão considerar-se requisitos relacionados com os painéis de cofragem, tais como junta dos painéis e classe de qualidade dos painéis de cofragem. A tabela 3 mostra esta classificação para o betão à vista [5].

Quadro 3. Sistema de classificação de qualidade superficial do betão Alemã [adaptado de 9].

Classe de betão à vista		Requisitos para betão à vista de acordo com a classificação					Outros requisitos		Custo
		Textura	Porosidade	Uniformidade da cor	Planimetria	Juntas de cofragem	Protótipo de referência	Classe de cofragem	
Baixa	HV1	T1	P1	UC1	PI1	JC1	Opcional	C1	Básico
Normal	HV2	T2	P2 -P1	UC2	PI1	JC1	Recomendável	C2	Médio

Especial	HV3	T2	P3-P2	UC2	PI2	JC3	Altamente recomendável	C3	Elevado
	HV4	T3	P4-P3	UC3-UC2	PI3	JC4	Obrigatório	C4	Muito Elevado

Exemplo HV1: Betão com baixo requisitos, por exemplo, muros de cave e edifícios industriais.

Exemplo HV2: Betão com requisitos normais, por exemplo, caixas de escadas e paredes.

Exemplo HV3: Betão com altos requisitos, por exemplo, fachadas de edifícios.

Exemplo HV4: Betão com requisitos especiais, por exemplo, obras emblemáticas e singulares de arquitetura e engenharia.

Neste sistema de classificação, são as juntas de cofragem, o defeito que ajuda a discriminar entre categorias, uma vez que os outros defeitos admitem sobreposições. Isto leva a que diferentes categorias de betão à vista requeiram cofragens correspondentes com os níveis de exigência. Embora não aparece como obrigatório, chegou-se à conclusão da necessidade de protótipos de referência.

2.5 Sistema Austríaco (2004)

O sistema de classificação da qualidade superficial do betão proposto pela Austrian Society for Concrete and Construction Technology (OVBB) [6] é muito semelhante à classificação Alemã, estabelecendo-se 3 categorias de referência e uma especial, livre. Utiliza 4 requisitos para a classificação, que por sua vez dependem de outros, tais como se mostra no diagrama da fig. 3. Nesta classificação note-se no envolvimento do planeamento e da oferta e das partes interessadas para alcançar a qualidade acordada.

Quadro 4. Sistema de classificação de qualidade superficial do betão [adaptado de 9].

Requisitos e custos	Requisitos para a classificação					Protótipo de referência
	Classificação para betão à vista	Planeamento e fornecimento	Superfície do betão	Execução da construção	Cofragem e óleo descofrante	
Baixa	HV1	PF1	SB1	EC1	E1	Opcional
Médios	HV2	PF2	SB2	EC2	E2	
Elevados	HV3	PF3	SB3	EC3	E3	
Muito Elevados	HVE	Livre				Recomendável

Exemplo HV1: Distância de visualização grande. Muros e construções de edifícios e edifícios industriais.

Exemplo HV2: Distância de visualização normal. Fachadas e construções de edifícios.

Exemplo HV3: Distância de visualização curta. Construções de elevada qualidade ou fachadas complexas em edifícios emblemáticos.

Exemplo HV4: Específico para requisitos definidos em projeto.

Tal como as recomendações dos sistema alemão, utiliza-se protótipos de referência de 50 cm x 50cm.

Planeamento e fornecimento	Complexidade do planeamento Estrutura e seções de betão
Superfície do betão	Porosidade Homogeneidade da cor Tipo de betão
Execução da construção	Planimetria Juntas de construção Juntas entre painéis de cofragem Juntas de placa de cofragem

Material de cofragem e óleo descofrante	Tipo de fixação da cofragem
	Estado da cofragem
	Utilização do óleo descofrante

Figura 3. Diagrama de requisitos básicos para a classificação superficial [adaptado de 9].

2.6 Sistema CDC-BET (2007)

No quadro normativo Luxemburguês “Béton” através do “Cahier des charges concernant les travaux de betonnage” (CDC-BET), publicado em 2007, estabelece as diretrizes para prescrição e avaliação do betão à vista. O sistema de classificação pressupõe 5 critérios (textura, Vazios, Uniformidade da cor, tolerâncias geométricas e juntas de cofragem), possuindo 4 classes de requisitos de qualidade superficial do betão. Neste sistema é obrigatória a execução prévia de um protótipo de referência [10].

Quadro 5. Sistema de classificação de qualidade superficial do betão [adaptado de 10].

Qualidade do acabamento superficial	Exemplos	Requisitos relativos às superfícies de descofragem					Exigências complementares		Custos			
		Textura	Porosidade abs.	Porosidade não abs.	Homogeneidade da cor Abs.	Homogeneidade da cor não abs.	Tolerância da cofragem	Juntas de construção		Protótipos de referência	Qualidade da cofragem	
Requisitos relativos às superfícies de descofragem	Reduzido	QS1	Elementos para os quais a aparência, embora considerada é um fator secundário.	T1	P1		TE1	F1	J1	Livre	QP1	Baixo
	Normal	QS2	Elementos para os quais a aparência é considerada.	T2	P2	P1	TE2	F2	J2	Recomendável	QP2	Médio
	Elevado	QA1	Requisitos elevados com especificações de aparência visual.	T3	P3	P2	TE2	F2	J3	Obrigatório	QP3	Elevado
	Especial	QA2	Requisitos especiais com especificações de aparência visual.	T4	P4	P3	TE3	TE2	F3	J4	Obrigatório	QP3

Tradução livre pelo autor.

2.7 Sistema ACHE (2013)

Em Espanha, Pacios Álvarez apresentou um sistema de classificação do betão à vista com base no estudo detalhado das recomendações existentes, considerando a viabilidade de implementação e adotando às características da construção espanhola [9]. Foi elaborado uma estrutura de classificação de 4 níveis, em função da qualidade superficial, como por exemplo a porosidade, homogeneidade da cor, planimetria e juntas.

Para além disso, apresenta-se outras exigências, embora não utilizadas para a classificação, consideradas como atividades prévias, facilitarão a obtenção da qualidade superficial desejada. Estes critérios estão relacionados com a execução da obra (pormenores de execução, caderno de encargos e mão de obra) e com a adequada seleção do sistema de cofragem e o tipo, assim como a compatibilidade entre cofragem e óleo descofrante.

Este sistema tem sido também referido como o sistema recomendado pela Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural.

No quadro 6 apresenta, a estrutura de 4 níveis que permite identificar entre qualidades baixas e levadas, havendo a possibilidade de utilizar uma classe de definição livre.

Quadro 6. Sistema de classificação de qualidade superficial do betão [adaptado de 9].

Classificação proposta		Requisitos utilizados para classificação						Protótipos de referência
Classificação	Exemplos	Porosidade superficial	Homogeneidade da cor	Planimetria	Juntas			
					Juntas de construção	Juntas de painéis de cofragem	Juntas de cofragem	
HV1	1	P1	HC1	PI1	JC1	JP1	JT1	Opcional
HV2	2	P2	HC2	PI1	JC1	JP2	JT1	Recomendado
HV3	3	P3	HC3	PI2	JC3	JP3	JT1	Obrigatório
HV4	4	P4	HC4	PI3	JC4	JP3	JT2	Obrigatório

2.7 Sistema ACI 347.3R (2014)

No guia do Comité 303 do American Concrete Institute (ACI) “Guide to Cast-in-place Architectural Concrete Practice”, apresenta especificações para estes betões contemplando a execução do betão “in situ” com o pré-fabricado [A7]. O Comité 347 “Guide to Formwork for Concrete” apresenta um guia de cofragem para betão que aumenta as especificações realizadas no Comité 303 [8].

No guia do ACI 347.3R, estabelece 4 categorias de qualidade superficial do betão (CSC1 a CSC4) e fornece métodos para alcançar e avalia-los. O guia especifica requisitos de qualidade superficial obrigatórios, tais como a textura, o índice de vazios e a uniformidade da cor bem como requisitos adicionais, as irregularidades superficiais, juntas de cofragem, protótipo de referência e categoria da cofragem. Para além disso, refere de forma qualitativa os custos associados à execução das várias categorias.

Quadro 7. Sistema de classificação de qualidade superficial do betão - ACI 347-3R [adaptado de 8]

Qualidade superficial do betão *	Descrição	Requisitos para qualidade superficial do betão						Exigências complementares		Custos relativos	
		Textura	Porosidade abs.	Porosidade não abs.	Homogeneidade da cor abs.	Homogeneidade da cor não abs.	Irregularidades superficiais	Juntas de construção e cofragem	Protótipos de referência		Categoria da cofragem
Acabamento superficial do betão com Requisitos básicos CSC1	Superfícies de betão com baixa visibilidade ou com pouca importância no que respeita aos requisitos do acabamento do betão, para aplicação de reboco ou outros revestimentos.	T1	SVR1	SVR1	CU1	CU1	SII	CJ1	Opcional	FC1	Baixo

Requisitos normais	CSC2	Superfícies de betão para os quais a aparência visual é de importância moderada.	T2	SVR2	SV R1	CU1	CU1	SI2	CJ2	Opcional	FC1	Médio	
	Requisitos especiais	CSC3	Superfícies de betão que são vistas pelo público ou aparência visual é importante, no interior ou exterior de elementos de edifícios.	T3	SVR3	SV R2	CU2	CU2	SI3	CJ3	Altamente recomendável	FC2	Elevado
		CSC4	Superfícies de betão à vista, onde é uma característica notável da estrutura concluída ou aparência visual é muito importante.	T4	SVR4	SV R3	CU2	CU3	SI4	CJ4	Obrigatório	FC3	Muito elevado

Tradução livre pelo autor.

3. SISTEMATIZAÇÃO DOS SISTEMAS

No quadro 8 apresenta-se um resumo dos sistemas de classificação da qualidade superficial do betão. Foi ordenado cronologicamente, permitindo observar como os sistemas mais recentes incorporam um sistema de classificação integrado. Para além disso, foi considerado a quantidade de níveis de cada sistema, os critérios de seleção de exigências e as exigências requeridas.

Quadro 8. Resumo dos sistemas de classificação da qualidade superficial

<i>Sistema</i>	<i>Níveis</i>	<i>Crítérios para seleção de exigências</i>		<i>Exigências</i>
CIB W29 (1973)	4	- Posição relativa ao elemento - Tipo de defeitos	4	Variação de forma Manchas e defeitos superficiais Vazios Variação da cor
NZS 3114 (1987)	6	- Tipos de defeitos	4	Planimetria Cor Irregularidades geométricas Acabamento
AS 3610 (1995)	5	- Defeitos ou características visuais	6	Porosidade Deformação Ondulações
DBV BDZ (2004)	4	- Tipos de defeitos (exigências essenciais e outras exigências)	5+2	Textura Porosidade Uniformidade da cor Planimetria Juntas de cofragem Tipos de cofragem Protótipo de referência
OVVB (2004)	4	- Tipos de defeito - Atividades	4	Planeamento e mercado Superfícies do betão Execução da construção Cofragem e óleo descofragem
CDC-BET (2007)	4	- Tipos de defeitos (exigências essenciais e outras exigências)	5+2	Textura Porosidade Uniformidade da cor Planimetria Juntas de cofragem Tipos de cofragem

				Protótipo de referência
ACHE (2013)	4	- Tipos de defeitos	7	Porosidade superficial Homogeneidade da cor Planimetria Juntas (construção, painéis de cofragem)
ACI 347-3R (2014)	4	- Tipos de defeitos (exigências essenciais e outras exigências)	3+4	Textura Índice de vazios Homogeneidade da cor Irregularidades superficiais Juntas de construção Protótipo de referência Categoria da cofragem

CONCLUSÕES

Foram apresentado várias metodologias existentes para classificar a qualidade superficial do betão, de diversos grupos de trabalho em diversos países. O ponto crítico de todas as propostas é reduzir a subjetividade detalhando o procedimento de medição, que só se aplicará em caso de desacordo entre as partes envolvidas.

Destaca-se que, independentemente do esforço que tem sido realizado para definir as exigências de forma objetiva, o protótipo de referência tem um papel muito importante para fixar critérios de aceitação dos requisitos envolvidos e deve-se recorrer a estes numa primeira fase. Nota-se que nos sistemas indicados, nem sempre é obrigatório executar.

Os sistemas de classificação da qualidade superficial do betão à vista mais recentes tem sido mais pormenorizados e com critérios de classificação mais objetivos.

Em Portugal, não se encontra definido um sistema de classificação da qualidade superficial do betão à vista. É frequente recorrer-se à execução de protótipo de referência, como forma de especificar a qualidade superficial pretendida.

REFERÊNCIAS

- [1] CIB WORKING COMMISSION W 29 (1973). Tolerances on blemishes of concrete, CIB report n° 24, Tolerances on blemishes of concrete; Report prepared by CIB Working Commission W29 "Concrete Surface Finishings", Rotterdam 8 p.
- [2] CEMENT AND CONCRETE ASSOCIATION OF NEW ZEALAND (1989). IB33 - Specification and Production of Concrete Surface Finishes, ISSN 0114-8826, 28 pp.
- [3] AUSTRALIAN STANDARDS, (1995). AS3610 – Formwork for concrete. Section 3: Surface finish, 71 pp.
- [4] AUSTRALIAN STANDARDS, (2000). AS3600 – Concrete Structures, 71 pp.
- [5] DEUTSCHER BETON – UND BAUTECHNIK – VEREIN E.V (2008). Sichbeton, 50 pp.
- [6] ÖSTERREICHISCHEN VEREINIGUNG FÜR BETON-UND BAUTECHNIK (ÖVBB) (2009). Richtlinie Sichbeton – Gesalte Betonflächen, 73 pp.
- [7] ACI 303R-04 (2004), Guide to Cast-in-place Architectural Concrete Practice.
- [8] ACI 347-3R (2013), Guide to Formwork for Concrete.
- [9] Pacios Álvarez A. (2012), Clasificación superficial del hormigón visto, 3º Congreso Iberoamericano sobre hormigón autocompactante, Avances y oportunidades.

- [10] GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG - MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS (2007), “Cahier des Charges concernant Les Travaux de Betonage”, 101 pp
- [11] NP EN 206-1. 2000, Construção - Betão e a sua aplicação. Lisboa: IPQ. 67 pp.
- [12] Lemaire G., Escadeillas G., Ringot E. (2005), “Evaluating concrete surfaces using an image analysis process”, en *Construction and Building Materials*, 19, pp. 604–611
- [13] Moreira M. (1991), “Superfícies de betão aparente”. Dissertação para obtenção de grau de mestre em construção de edifícios, Porto.
- [14] Ruiz Cavallera, J., Et al (1999), “Aspectos visuales del hormigón”. Monografía n.º 3 de INTEMAC, Madrid.