



Controlo de Qualidade na Aplicação de Revestimentos Cerâmicos

Rute Filipe Pedro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Fernando António Baptista Branco

Júri

Presidente: Prof. João Pedro Ramôa Ribeiro Correia

Orientador: Prof. Fernando António Baptista Branco

Vogal: Prof. José Dinis Silvestre

Outubro 2016

Resumo

Atendendo às características de excelência dos revestimentos cerâmicos, nomeadamente a sua durabilidade e o distinto comportamento quanto às especificidades técnicas e diversidade estética, tem-se verificado um grande leque de opções de materiais de construção e a exploração de novas soluções de aplicação de revestimentos cerâmicos. A notável evolução do desenvolvimento dos produtos de construção civil e dos seus métodos de aplicação permitiu que, atualmente, se depare não só com novas obras de construção mas principalmente com um aumento de obras de reparação e manutenção em todos os elementos da construção civil.

Este estudo tem como objetivo garantir o controlo e monitorização da aplicação de revestimentos cerâmicos, determinando os procedimentos e requisitos de critérios de qualidade em contexto de obra, valorizando a implementação de um sistema preventivo.

Na procura da otimização da durabilidade de uma solução de aplicação de revestimentos cerâmicos ao longo do seu tempo de vida útil, surge a necessidade de definir procedimentos e requisitos de uma metodologia de controlo de qualidade para a aplicação destes revestimentos, de forma a otimizar todas as etapas na aplicação de revestimentos cerâmicos desde a sua conceção, à sua utilização em serviço e posterior manutenção.

Este estudo compreende a caracterização e análise dos vários tipos de revestimentos cerâmicos, aplicados em diferentes ambientes, quer em paredes ou pavimentos, no interior ou exterior. É descrito o procedimento dos métodos de aplicação de soluções de revestimentos cerâmicos, considerando o contexto normativo e estabelecida uma abordagem de uma metodologia para o controlo de qualidade em contexto de obra.

Na metodologia proposta de controlo de qualidade pretende-se a sistematização dos procedimentos técnicos para a otimização dos métodos construtivos com vista à obtenção do cumprimento de critérios de qualidade em que se destacam requisitos de gestão de segurança e saúde no trabalho, gestão ambiental da obra, gestão de não conformidades e gestão documental.

Palavras-chave: revestimentos cerâmicos, aplicação de revestimentos cerâmicos, controlo de qualidade, segurança e saúde no trabalho, gestão ambiental.

Abstract

Taking into account the excellent characteristics of ceramic tiles, including its durability and distinct behavior as the technical characteristics and aesthetic diversity, there has been a wide range of building materials options and the exploration of new claddings application solutions ceramic. The remarkable evolution of the development of construction products and their application methods, allowed currently are faced not only with new construction work but mainly to an increase in repair and maintenance works on all elements of construction.

This study aims to ensure the control and monitoring of the application of ceramic tiles, determining the procedures and criteria of quality requirements in the work context, enhancing the implementation of a preventive system.

In search of durability optimization of application solution tiles throughout its useful life, the need arises to define procedures and requirements of quality control methodology for applying these claddings in order to optimize all steps in the application of ceramic claddings since its conception to its use in subsequent service and maintenance.

This study comprises the characterization and analysis of various types of ceramic claddings applied in walls or floors, inside or outside. It describes the procedure of the methods of applying ceramic claddings solutions, considering the regulatory framework and established an approach of a methodology for quality control in the construction site.

In quality control proposed methodology intend to systematize the technical procedures for the optimization of construction methods in order to obtain the fulfillment of quality criteria on which stand safety and health management requirements at work, environmental management work, management of non-compliance and document management.

Keywords: ceramic tiles; application of ceramic tiles; quality control, health and safety at work, environmental management.

Índice geral

Resumo	iii
Abstract.....	v
Índice geral	vii
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	xi
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos e metodologia de investigação	2
1.3. Organização da dissertação.....	3
2. Revestimentos Cerâmicos.....	5
2.1. Evolução dos revestimentos cerâmicos	5
2.2. Características dos materiais	11
2.2.1. Norma NP EN 14411: 2008, Pavimentos e revestimentos cerâmicos.....	12
2.3. Materiais de revestimentos.....	12
2.3.1. Azulejos	12
2.3.2. Ladrilhos de barro vermelho.....	13
2.3.3. Grés cerâmico	14
2.3.4. Grés porcelânico.....	15
2.4. Material de fixação de revestimentos.....	16
2.5. Material de betumação de juntas	19
2.6. Sistemas de revestimentos cerâmicos e suas exigências funcionais.....	21
2.6.1. Sistema de revestimentos cerâmico.....	21
2.6.2. Exigências funcionais dos tipos de revestimentos	23
2.7. Processos de fabrico	25
3. Normalização.....	31
3.1. Normalização do Processo de Fabrico	32
3.2. Normalização da Aplicação	35
4. Anomalias	37
4.1. Classificação/ Caracterização	37
4.2. Diagnóstico e Reparação	42
5. Controlo de Qualidade.....	47
5.1. Controlo de Qualidade em contexto de obra.....	47
5.2. Diretrizes para a aplicação de revestimentos cerâmicos.....	48
5.3. Equipamentos e produtos de construção.....	57
5.3.1. Equipamentos de trabalho.....	57
5.3.2. Materiais	58

5.4.	Gestão de segurança e saúde do trabalho	59
5.4.1.	Condições de segurança em obra.....	59
5.4.2.	Prevenção e controlo.....	60
5.5.	Gestão ambiental da obra	62
5.5.1.	Resíduos de Construção e Demolição (RCD).....	63
5.5.2.	Outros aspetos ambientais.....	64
5.6.	Gestão de não conformidades	66
5.7.	Gestão documental	68
6.	Conclusões	69
	Referências bibliográficas	73
	Anexos.....	79
	Anexo I – Verificação dos equipamentos de estaleiro	80
	Anexo II – Lista de produtos de construção, acessórios e equipamentos com perigos associados.....	82
	Anexo III – Controlo geral dos equipamentos de estaleiro	84

Índice de figuras

Figura 1. “Os Archeiros de Dario I”, 500 a.C., Museu do Louvre. Relevo em ladrilhos vidrados. Arte Persa	6
Figura 2. A porta de Ishtar na Mesopotâmia, que data de 575 a.C	7
Figura 3. Decoração do Palácio de Alhambra, Granada	7
Figura 4. Painéis de azulejo na abadia de Cister, em Alcobaça	8
Figura 5. Capela Palatina do Palácio Nacional de Sintra	8
Figura 6. Porta da Vila datada do Século XVII, tendo como elementos distintivos Azulejos do séc. XVIII e capela-oratório com varanda do século XVII	9
Figura 7. Igreja do Carmo, Porto – Fachada de azulejo	10
Figura 8. Azulejos com tratamento de superfície ao nível de texturas, cores e grafismos	13
Figura 9. Azulejo de padrão com faixa no Claustro do Cemitério do Convento de Cristo, em Tomar	13
Figura 10. Tijolos rútricos, maciços, face à vista, paver cerâmico, refratário, decorativos	14
Figura 11. Pavimento em grés cerâmico	15
Figura 12. Pavimento em grés porcelânico	16
Figura 13. Esquema de sistema de revestimento cerâmico colado	17
Figura 14. Esquema de sistema de revestimento cerâmico colado	17
Figura 15. Sistema de fixação indireta	17
Figura 16. Fachadas ventiladas	18
Figura 17. Processo e betumação de juntas	20
Figura 18. Processo de conformação por prensagem a seco	26
Figura 19. Processo de conformação por prensagem a seco	26
Figura 20. Processo de conformação por extrusão	27
Figura 21. Processo de fabrico de conformação por via húmida (à esquerda), e por via seca (à direita)	27
Figura 22. Diagrama de processo de conformação por via seca de revestimentos cerâmicos	28
Figura 23. Diagrama de processo de conformação por via húmida de revestimentos cerâmicos	28
Figura 24. Processamento térmico de revestimentos cerâmicos	29
Figura 25. Fornos contínuos	29
Figura 26. Procedimentos para a aplicação de revestimentos cerâmicos.....	56
Figura 27. Tratamento de não-conformidades	67

Índice de tabelas

Tabela 1. Métodos de ensaio e frequências mínimas	34
Tabela 2. Classificação de ladrilhos cerâmicos	34
Tabela 3. Patologias ou anomalias na execução dos revestimentos cerâmicos	37
Tabela 4. Classificação das causas das anomalias nos revestimentos cerâmicos	38
Tabela 5. Formas de manifestação das patologias de revestimentos cerâmicos	39
Tabela 6. Técnicas de diagnóstico dos revestimentos cerâmicos	43
Tabela 7. Limitações induzidas pela frequência emitida pelo equipamento	44
Tabela 8. Soluções de reabilitação para as anomalias estudadas	45
Tabela 9. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, antes do início da obra	49
Tabela 10. Adaptado da tabela da escolha de colas pré-fabricadas para assentamento de revestimentos cerâmicos, Tabela Weber	50
Tabela 11. Consumo de uma cola pré-fabricada	50
Tabela 12. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, na recepção dos materiais e equipamentos.....	51
Tabela 13. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, na preparação para a aplicação	52
Tabela 14. Propriedades das colas a ter em conta na aplicação em obra	53
Tabela 15. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, na aplicação.....	53
Tabela 16. Dimensionamento do consumo das juntas de betumação na aplicação de revestimentos, dependendo da dimensão das peças cerâmicas e da largura de junta, Tabela Weber 2015-2016	55
Tabela 17. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, após a aplicação do revestimento.....	56

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A abertura das fronteiras entre os países da União Europeia associou-se à evolução tecnológica desde meados do século XX, impulsionando o aumento da concorrência entre as empresas do setor da construção civil. Este aspeto fez com que as empresas deste setor procedessem a uma avaliação dos métodos e sistemas de produção em busca de uma maior produtividade e qualidade nos seus serviços e produtos de construção.

A fase de planeamento e construção é de extrema importância para a qualidade final de uma obra, pelo que o desenvolvimento de procedimentos de controlo e monitorização dos sistemas de construção foram aperfeiçoados e desenvolvidos ao longo dos anos, na procura da sua eficiência e otimização.

Em Portugal, os revestimentos cerâmicos utilizados na construção civil têm como principal objetivo garantir as condições de durabilidade, possibilitando diversas soluções a nível técnico e estético, contribuindo para o desempenho global das obras de construção civil.

Os revestimentos cerâmicos são elementos que têm evoluído ao longo dos anos de forma significativa devido a uma crescente inovação tecnológica da indústria de fabrico. A importância cada vez maior da complexidade do comportamento dos revestimentos cerâmicos e dos métodos de aplicação destas soluções implica uma maior sistematização e especificação dos procedimentos e materiais a adotar na sua aplicação. Atualmente, estão disponíveis no mercado materiais cerâmicos de distintas porosidades, dimensões e formatos, para aplicação em diferentes ambientes, quer no interior quer no exterior das edificações, sob um largo espectro de condições climáticas extremas.

Tendo em conta os factos expostos, reveste-se da maior importância o desenvolvimento de uma metodologia sistemática, de acordo com a normalização e legislação aplicáveis. Considerando a diversidade das características de revestimentos cerâmicos existentes e as técnicas de aplicação destes materiais, procura-se o desenvolvimento de uma metodologia de controlo de qualidade que permita a sistematização e monitorização dos métodos de aplicação de revestimentos cerâmicos, por forma a garantir maior longevidade e qualidade da obra.

Desta forma, o principal tema de investigação deste estudo consiste no desenvolvimento de uma metodologia de controlo de qualidade para a aplicação em obra de revestimentos cerâmicos, para paredes e pavimentos.

1.2. Objetivos e metodologia de investigação

Perante as evidências que nortearam o tema de investigação, que se referem à forma como são estabelecidas as novas tendências de consumo e aplicação de revestimentos cerâmicos, apresentam-se os objetivos e a metodologia geral do estudo realizado, considerando a pesquisa elaborada do tema desenvolvido.

Neste estudo pretende-se elaborar uma proposta de uma metodologia de controlo de qualidade tendo em consideração os seguintes objetivos:

- a) Elencar os diversos tipos de revestimentos cerâmicos utilizados;
- b) Diferenciar as especificações e características dos revestimentos, tendo como base a sua utilização em serviço e os ambientes exteriores e interiores em que podem ser aplicados;
- c) Identificar os sistemas de aplicação de soluções de revestimentos cerâmicos tendo em atenção a normalização aplicável;
- d) Definir as potencialidades e as fraquezas dos vários tipos de revestimentos cerâmicos;
- e) Definir uma estratégia para a gestão de segurança, higiene e saúde do trabalho em contexto de obra:
 - i. Determinar quais são os requisitos e procedimentos adequados nas situações de risco, tendo em consideração as características das obras, a dimensão e equipamentos utilizados;
 - ii. Garantir, ao nível da segurança e saúde do trabalho, o controlo de equipamentos e de produtos de construção, nomeadamente assegurando a sua inspeção e manutenção;
 - iii. Determinar o controlo das condições de segurança na utilização de agentes químicos em obra;
- f) Definir uma estratégia para a gestão ambiental em todas as fases da obra;
- g) Definir um procedimento de gestão documental para o controlo de qualidade da aplicação de revestimentos cerâmicos.

A metodologia de desenvolvimento do presente estudo, envolveu um conjunto de etapas, as quais se identificam a seguir:

- a) Revisão sistemática da literatura científica;
- b) Caracterização e análise dos tipos de revestimentos cerâmicos;
- c) Caracterização e análise das metodologias de aplicação de revestimentos cerâmicos;
- d) Caracterização e análise dos processos de fabrico de revestimentos cerâmicos;
- e) Identificação e análise das anomalias e correlativas reparações;
- f) Identificação do contexto normativo aplicável;
- g) Desenvolvimento de metodologia para o controlo de qualidade em contexto de obra;
- h) Formulação de recomendações e conclusões.

O processo de investigação está ancorado na revisão sucinta da bibliografia sobre os revestimentos cerâmicos e suas características e também nos conceitos como a Qualidade, processo de fabrico, acabamentos e aplicação destes elementos.

1.3. Organização da dissertação

O presente estudo encontra-se dividido em seis capítulos que se organizam da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução do tema de investigação, enquadrando o estudo no âmbito do sistema de revestimentos cerâmicos e no seu campo de aplicação, apresentando-se os objetivos da elaboração de uma proposta de uma metodologia de controlo de qualidade e as etapas desenvolvidas pela metodologia aplicada.

Capítulo 2 – Revestimentos cerâmicos, tem como objetivo a análise do processo e caracterização dos revestimentos cerâmicos. Começa-se por enquadrar historicamente o aparecimento e evolução de sistemas de revestimento cerâmicos até à atualidade, desenvolvendo-se posteriormente o seu conceito, caracterização, classificação dos métodos de aplicação e exigências funcionais destes materiais.

Capítulo 3 – Normalização, consiste no enquadramento legislativo e normativo aplicável em Portugal.

Capítulo 4 – Anomalias, consiste na caracterização das principais anomalias de revestimentos cerâmicos, bem como das suas causas e consequências, e respetivas técnicas de diagnóstico e reparações possíveis.

Capítulo 5 – Controlo de qualidade, representa a implementação de uma proposta de uma metodologia de controlo de qualidade da obra, especificando os principais aspetos a controlar, relativamente aos produtos de construção aplicados e à metodologia de aplicação em contexto de obra. Esta análise é feita tendo em consideração a gestão da segurança, higiene e saúde do trabalho em contexto de obra e da fundamentação de uma gestão ambiental, de acordo com a legislação e normalização aplicáveis.

Capítulo 6 – Conclusões e perspetiva de desenvolvimentos futuros.

2. Revestimentos Cerâmicos

O objetivo do presente capítulo prende-se com a análise dos materiais cerâmicos, das suas características e as exigências relativas às suas qualidades e propriedades, e também com o enquadramento histórico destes materiais, onde se apresenta a evolução, ao longo do tempo, do seu conceito, caracterização, aplicação e normalização.

Assim, no sentido de conhecer melhor o comportamento dos revestimentos cerâmicos, torna-se importante uma caracterização profunda destes componentes quando aplicados em pavimentos e paredes, quer seja no interior ou no exterior de edifícios, descrevendo-se as suas especificações, condições técnicas exigíveis na sua aplicação e todos os elementos de segurança para quem opera com eles.

Atualmente, existem associações e universidades que fazem uma extensa investigação nesta área e que têm contribuído para o estudo aprofundado da indústria cerâmica, de onde se destaca o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), e o Instituto Superior Técnico, da Universidade Técnica de Lisboa.

Os revestimentos cerâmicos, segundo Lucas [1], podem assumir essencialmente uma das seguintes formas:

- **Revestimentos aderentes tradicionais**, em que os ladrilhos são assentes diretamente nos suportes com argamassas espessas tradicionais;
- **Revestimentos aderentes colados**, em que os ladrilhos são colados diretamente nos suportes com argamassas-colas delgadas (não-tradicionais), obtidas a partir de produtos preparados e pré-doseados em fábrica;
- **Revestimentos dessolidarizados**, ou seja revestimentos que ficam desligados do suporte pela interposição duma membrana ou camada de dessolidarização;
- **Revestimentos independentes do suporte**, em que os ladrilhos são fixados mecanicamente ao suporte por intermédio duma estrutura de madeira ou metálica que, portanto, torna o revestimento independente do suporte.

2.1. Evolução dos revestimentos cerâmicos

A indeterminação temporal do aparecimento da cerâmica é-nos dada a conhecer pelo testemunho dos vestígios arqueológicos.

A expressão *cerâmica* deriva do termo grego *keramiké* [2] que designa o trabalho de execução de louça de barro, que utiliza a argila. Esta *cerâmica* representa o conjunto de atividades que são destinadas à elaboração de vários objetos, com barros decorados ou não.

Foi com a descoberta do fogo que o Homem pré-histórico explorou a possibilidade de endurecer o barro, o que deu origem ao aparecimento dos produtos cerâmicos. Porém, o seu desenvolvimento e difusão ocorreram na altura da sedentarização do Homem, o qual aperfeiçoou as técnicas de produção e fabrico dos produtos cerâmicos através da evolução conseguida no domínio do fogo e processo de cozedura (fornos).

A aplicação de produtos cerâmicos representa uma prática com origem nos primórdios da civilização humana, embora tenha sido, especificamente, durante o período Neolítico que nasceu a cerâmica tradicional, a qual se baseia num processo de modelagem, secagem e queima [3]. O desenvolvimento de revestimentos cerâmicos teve origem em 4000 a.C. no Egito, através do uso de placas cerâmicas como elemento decorativo, nas paredes interiores das câmaras funerárias dos faraós egípcios [4].

A história do mosaico remonta a esta mesma data, 4000 a.C., onde era pintado com cones de terracota num fundo para dar decoração. Foram os gregos, no século IV a.C., que elevaram esta técnica para uma forma de arte, com padrões geométricos precisos e cenas detalhadas de pessoas e animais. Em 200 a.C., foram fabricados mosaicos com detalhes extra e uma maior gama de cores. Nesta altura, os mosaicos podiam imitar pinturas e muitos dos mosaicos preservados, por exemplo, de Pompeia, eram o trabalho de artistas gregos [5].

Desde os monumentos pré-históricos até aos edifícios atuais, foram permanecendo grandes obras de arquitetura e decoração que valorizaram os revestimentos cerâmicos, tal como “Os Archeiros de Dario I” (figura 1).



Figura 1. “Os Archeiros de Dario I”, 500 a.C., Museu do Louvre. Relevô em ladrilhos vidrados. Arte Persa [6]

Na figura 2 pode visualizar-se o “Dragão de Marduk” que é parte integrante da decoração da Porta de Ishar na Mesopotâmia. Estes revestimentos cerâmicos aplicados no exterior foram conservados até aos dias de hoje.



Figura 2. A porta de Ishtar na Mesopotâmia, que data de 575 a.C [7]

Posteriormente, no século VIII, os Mouros implementaram a arte do azulejo na Península Ibérica e desenvolveram novas técnicas de decoração, nomeadamente, na obra do “Palácio de Alhambra” em Granada, com o revestimento dos seus interiores e em especial dos painéis de azulejo com várias decorações e de conteúdo rico (figura 3).



Figura 3. Decoração do Palácio de Alhambra, Granada [8]

Os revestimentos cerâmicos são dos materiais mais antigos utilizados pelo Homem na construção devido às suas excelentes propriedades físicas, químicas e/ou mecânicas. No entanto, estes materiais apresentam uma grande variabilidade de características, estando sujeitos a diversas solicitações de cariz ambiental e humana, ao longo do seu processo de fabrico e de utilização durante o tempo de vida útil.

Estes revestimentos cerâmicos não só valorizam os edifícios como também os protegem, atendendo às suas especificidades de resistência, durabilidade, isolamento, higiene e riqueza estética.

Em Portugal, os primeiros indícios da utilização de revestimentos cerâmicos vidrados remontam ao século XIII. Exemplos disso são a cerâmica pavimentar e painéis de azulejo na abadia de Cister em Alcobaça (figura 4), ou os revestimentos cerâmicos decorativos que provinham de Sevilha. Estes elementos eram aplicados nos palácios e igrejas como se observa na Capela Palatina do Palácio Nacional de Sintra (figura 5), que ilustra a técnica de composição do mosaico, comparativa aos “alcatos” andaluzes dos séculos XII e XIII [10].



Figura 4. Painéis de azulejo na abadia de Cister, em Alcobaça [9]



Figura 5. Capela Palatina do Palácio Nacional de Sintra [11]

Existiram alguns pintores ceramistas em Portugal, associados ao período de 1662 a 1732, nomeadamente, António Oliveira Bernardes, especialista e criador do verdadeiro azulejo português, tendo sido autor de grandes obras e mestre na iniciação à produção azulejar portuguesa [12].

Nesta época, a utilização de revestimentos cerâmicos em Portugal era restringida principalmente a aplicações monumentais em igrejas e palácios (figura 6). Estes revestimentos formavam composições únicas, adequadas a cada espaço, mas muito dispendiosas. Optava-se, geralmente, por azulejos de repetição, utilizados tanto em revestimentos de paredes como em pavimentos. Assim, entre o final do século XVI e início do século XVII, foram realizadas composições de enxaquetados, azulejos de cor lisa que, em alternância, iam criando malhas decorativas nas paredes e pavimentos [13].



Figura 6. Porta da Vila datada do Século XVII, tendo como elementos distintivos Azulejos do séc. XVIII e capela-oratório com varanda do século XVII [14]

No final do século XVII e princípio do século XVIII foram fundadas a Fábrica de Loiça do Rato em Lisboa [9] e a Fábrica e Juncal em Alcobaça [15], o que impulsionou o aumento da produção dos revestimentos cerâmicos e diminuiu o preço de custo tanto de produção como de comercialização.

No que diz respeito ao caso concreto dos azulejos, tornaram-se uma forma de arte, e, no século XVIII, nenhum outro país europeu estava a produzir um maior número de azulejos para uma tal variedade de fins e de tantos desenhos diferentes, como o nosso país. O termo azulejo vem da palavra árabe *az-zulayj*, que significa “pedra polida”. Foram os mouros que trouxeram este termo para a Península Ibérica, mas, apesar da sua longa presença, a sua influência no início de azulejos portugueses foi realmente introduzida a partir de Espanha no século XV, bem depois da reconquista cristã. Ao longo dos tempos continuam a ser uma parte muito importante da arquitetura do país [10].

No século XIX, em plena Revolução Industrial, assistiu-se a um elevado aumento da produção de azulejo, conduzindo a uma maior acessibilidade a quase todo o público pelo que, passou a ser aplicado, igualmente, no revestimento das fachadas de alguns edifícios (figura 7).

A evolução histórica da utilização de matérias-primas, dos processos de fabrico e das ferramentas disponíveis, atingida por todos os povos das diversas zonas do globo, permitiu um avanço até à industrialização da cerâmica. Na sequência da Segunda Guerra Mundial, as novas tecnologias permitiram o desenvolvimento de técnicas de fabrico inovadoras, promovendo um grande aumento da produção de revestimentos cerâmicos.



Figura 7. Igreja do Carmo, Porto – Fachada de azulejo [16]

Atualmente, aposta-se na constante procura da otimização de soluções técnicas e estéticas, que com a evolução tecnológica, a adoção de novos métodos de aplicação dos revestimentos cerâmicos, e do desenvolvimento do tratamento destas superfícies, ou seja, do tipo de acabamento e de fixação (métodos de fixação diretos e indiretos), contribuiu para um melhor aproveitamento, valorização e procura deste tipo de revestimentos. Dispõe-se de uma maior variabilidade de produtos, em que a utilização das técnicas já não depende da localização da obra, devido aos meios de transporte disponíveis, nem da limitação do uso de ligantes.

Portugal é um dos países com maior tradição e exploração de materiais cerâmicos, pois possui matéria-prima em quantidade e qualidade, assumindo especial importância no contexto universal da criação artística [17]. Ou seja, pela longevidade do seu uso sem interrupção durante cinco séculos, pelo modo de aplicação como elemento que valoriza a arquitetura, através de grandes revestimentos no interior dos edifícios e em fachadas exteriores e, pelo modo como foi entendido ao longo dos séculos, não só como arte decorativa mas como suporte de renovação do gosto e de registo artístico.

Com a valorização crescente deste material cerâmico e o aumento de competitividade no setor da construção civil, tem-se observado crescentes níveis de mecanização e industrialização dos processos de fabrico, de forma a responder à procura nacional e internacional.

A sua utilização de revestimentos cerâmicos é comum a outros países europeus como Espanha, Itália, Alemanha, Reino Unido e França mas tem-se desenvolvido em países com custos de produção muito reduzidos, como China, Brasil, Índia, Irão e Vietname [18, 19].

2.2. Características dos materiais

Os materiais cerâmicos tradicionais são constituídos pela mistura de diferentes minerais em que o principal constituinte é a argila (decomposição de rochas ricas em feldspatos). A constituição destes materiais não é exata e varia consoante o fabricante, mas as suas principais características são:

- Plasticidade – com a presença de água permite a deformação e conseqüente correção da mistura;
- Contração – devido à perda de água na fase da secagem, da cozedura e resultante da fusão de alguns constituintes.

As características do produto final dependem da gestão do processo de fabrico e das especificidades técnicas do mesmo, que permite a retificação ou manipulação da maior parte das características pretendidas, tais como, o brilho, cor, porosidade, resistência mecânica, resistência química, entre outras.

Para a otimização do produto final, é necessário considerar um conjunto de características relacionadas com a proporção e o tipo de matérias-primas utilizadas, as condições dos processos de fabrico e as suas especificidades, permitindo o controlo e otimização das propriedades específicas seguintes [20, 21]:

- Resistência à flexão;
- Resistência à compressão;
- Absorção de água/ água por capilaridade (depende da quantidade de água utilizada e respetiva compacidade da peça);
- Porosidade aberta;
- Resistência mecânica;
- Coeficiente de dilatação linear térmica (relevante para temperaturas elevadas ou grandes diferenças de amplitudes térmicas, em revestimentos aplicados no exterior);
- Resistência ao choque;
- Resistência ao gelo (ensaios às ações gelo-degelo, de grande relevância em ambientes com condições atmosféricas agressivas);
- Resistência ao desgaste por abrasão (para pavimentos com elevado tráfego);
- Condutibilidade térmica e elétrica;
- Ponto de fusão;
- Resistência química, aos agentes agressivos (como os agentes atmosféricos);
- Soluções estéticas.

2.2.1. Norma NP EN 14411: 2008, Pavimentos e revestimentos cerâmicos

Os revestimentos cerâmicos estão consagrados nas normas europeias que compreendem as definições, classificações, características e requisitos de marcação para estes produtos, nomeadamente, através da norma NP EN 14411:2008, onde os revestimentos cerâmicos de paredes e pavimentos são definidos como “*placas finas de argila e outras matérias-primas inorgânicas*” [22].

Esta norma especifica os requisitos e critérios de marcação de ladrilhos cerâmicos, produzidos por técnicas de extrusão e de prensagem a seco. Define as normas de referência aplicáveis aos diferentes produtos cerâmicos (onde se destacam as dimensões e qualidade da superfície, as propriedades físicas e as propriedades químicas) para a aplicação em pavimentos ou revestimentos, interiores ou exteriores.

De acordo com esta norma, os revestimentos cerâmicos são classificados considerando o processo de fabrico, ou seja, *Extrudido; Prensado a seco; e Outros processos (modelagem manual)*. Outro parâmetro para a classificação dos revestimentos cerâmicos nesta norma é a percentagem do nível de absorção de água, medida segundo a norma NP EN ISO 10545 – 3: 2008, *Determinação da absorção de água, da porosidade aberta, da densidade relativa aparente e da massa volúmica global* [23].

No caso da ausência de uniformização das matérias-primas, do processo de fabrico e das temperaturas a que cada peça está sujeita, as propriedades de cada lote variam em termos dimensionais e de tonalidade.

2.3. Materiais de revestimentos

2.3.1. Azulejos

Os azulejos representam os ladrilhos cerâmicos, com base de cor clara de elevada porosidade, em que a face exterior é coberta por um vidrado ou esmalte. A tonalidade da base dos azulejos não deve comprometer a tonalidade das características do produto final. À superfície do ladrilho é aplicado um vidrado que, submetido ao calor, forma uma camada fina e contínua impermeável, com melhores capacidades mecânicas. Esta camada permite obter azulejos lisos e azulejos de grande valor estético, com diversas soluções em termos de variações cromáticas, imagens decorativas, reflexão de luminosidade e texturas, dando volume resultante da ondulação da superfície.

Este revestimento cerâmico é utilizado essencialmente em paredes no interior de edifícios, tanto residenciais como comerciais, mas também em paredes exteriores. Por ser um material que

permite grandes soluções a nível estético também se encontram apontamentos de azulejos decorados em diversos edifícios (figuras 8 e 9).

O processo de fabrico utilizado é a prensagem a seco, podendo ser submetido a uma ou mais cozeduras, obtendo-se peças de diferentes dimensões e formas. Comparativamente com outros tipos de revestimentos cerâmicos, o azulejo tem uma elevada capacidade de absorção de água, devido à sua porosidade, sendo superior a 10 %, e podendo chegar perto dos 20 % [20, 24, 25].



Figura 8. Azulejos com tratamento de superfície ao nível de texturas, cores e grafismos [26]



Figura 9. Azulejo de padrão com faixa no Claustro do Cemitério do Convento de Cristo, em Tomar [27]

2.3.2. Ladrilhos de barro vermelho

O ladrilho de barro vermelho é um produto rústico com elevada concentração de óxido de ferro, com uma paleta cromática em tons de vermelho (figura 10). Por ser um produto com elevada

porosidade, a sua absorção de água também é alta, de 6 a 10 %, ou podendo ser superior a 10 % no caso da tijoleira rústica [22, 25].

O processo de fabrico normalmente utilizado é a extrusão, podendo ser também prensado ou produzido manualmente. Os ladrilhos de barro vermelho podem ter diversas formas e dimensões e é utilizado essencialmente em pavimentos [28].

Este produto necessita de um tratamento superficial, geralmente não vitrificado, depois de finalizado para proteger a sua superfície e dar um acabamento mais perfeito. Este tratamento é essencial visto que é um ladrilho muito poroso e está muito sujeito ao aparecimento de manchas.



Figura 10. Tijolos rústicos, maciços, face à vista, paver cerâmico, refratário, decorativos [29]

2.3.3. Grés cerâmico

O grés cerâmico é caracterizado pela sua baixa porosidade e conseqüente reduzida absorção de água. Dependendo do seu estado de vitrificação, a absorção de água pode variar ente 1 e 6 %, sendo que os produtos de fabricação corrente apresentam normalmente valores inferiores a 3 % [22, 25]. Desta forma, a resistência mecânica, a resistência química e a resistência ao desgaste, bem como a resistência à ação gelo-degelo, também dependem do vidrado que é aplicado superficialmente.

É um revestimento produzido tanto por prensagem a seco como por extrusão em que, após vidragem ou aplicação da decoração, é submetido a uma única cozedura e permite a conceção de ladrilhos de diversos formatos, texturas, vidrados e decorados. O grés cerâmico aplica-se tanto em pavimentos como em revestimentos de paredes (figura 11).



Figura 11. Pavimento em grés cerâmico [30]

2.3.4. Grés porcelânico

O grés porcelânico é um revestimento cerâmico vitrificado em toda a sua massa e com uma porosidade muito reduzida. A capacidade de absorção de água é extremamente reduzida, comparativamente com os restantes revestimento cerâmicos, sendo geralmente inferior a 0,5 % [22] [25]. Estas características conferem excelentes propriedades mecânicas, nomeadamente, resistência à flexão e ao desgaste, resistência ao ataque de produtos químicos, resistência a condições atmosféricas agressivas, porém com alguma fragilidade ao choque.

O processo de fabrico é muito rigoroso, podendo ser executado por extrusão ou por prensagem a seco, sendo submetido a elevadas temperaturas de fusão, numa única cozedura. O produto final obtido é de cor uniforme, tendo a possibilidade de ser decorado com acabamentos diversos, desde o mate ao polido. A diversidade deste produto em termos de dimensões e texturas superficiais tem um leque muito variado, podendo chegar a comprimentos superiores a 1 metro linear [31].

Devido à elevada resistência das peças em grés porcelânico, ao bom comportamento perante as mudanças de temperatura e às suas qualidades estéticas, este produto tem um grande potencial na aplicação de revestimentos dos edifícios, tanto em paredes como em pavimentos de edifícios residenciais ou comerciais, para espaços interiores ou exteriores. É utilizado frequentemente em zonas de grande exigência, como locais sujeitos a uma abrasão excessiva, em áreas de elevado tráfego pedonal, ou em zonas extremamente frias e com condições térmicas extremas (figura 12).



Figura 12. Pavimento em grés porcelânico [32]

2.4. Material de fixação de revestimentos

A metodologia de fixação de revestimentos cerâmicos consiste em:

- **Método de fixação direta:** quando o elemento que faz a solidarização do revestimento ao suporte apresenta-se de forma contínua e de espessura diminuída, quer seja através de colagem com **argamassas tradicionais** ou por **argamassas / colas não tradicionais**;
- **Método de fixação indireta:** ocorre quando os elementos de revestimento são fixados mecanicamente ao suporte, utilizando peças metálicas ou por intermédio de uma estrutura.

Antes do surgimento no mercado do cimento-cola, a colagem das peças de cerâmica era efetuada com **argamassa tradicional** em camada espessa (de 5 a 20 mm) [1], preparada no local da obra e constituída essencialmente pelo agregado fino (areia), ligante (cal, cimento ou gesso), água e adjuvantes. Em ambientes exterior ou locais interiores sujeitos à humidade é aconselhável que seja incorporado na confeção da mistura da argamassa um aditivo hidrófugo de forma a conferir impermeabilidade. Esta solução não permite qualquer controlo de qualidade, sendo que podem-se obter argamassas com composições bastante irregulares, com processos de aplicação mais demorados.

O sistema de revestimentos cerâmicos aderentes, aplicados com produtos pré-fabricados, as **argamassas / colas não-tradicionais**, onde se distinguem os cimentos-cola (mistura de ligantes hidráulicos, de cargas minerais e aditivos orgânicos), colas em dispersão aquosa (mistura de ligantes orgânicos sob a forma de polímeros em dispersão, de aditivos orgânicos e de cargas minerais finas) ou colas de resinas de reação (mistura de resinas sintéticas, cargas minerais finas e aditivos orgânicos), usualmente utilizando a técnica de camada fina (figuras 13 e 14) [33, 34]. Estas misturas

também podem conter adição de aditivos e adjuvantes, otimizando as suas características (físicas, mecânicas e químicas), como o tempo de vida útil, tempo de aberto ou a facilidade de aplicação.

Esta solução de produtos industrializados permite um adequado controlo de qualidade, facilidade no assentamento dos revestimentos cerâmicos, menor consumo de material e apresenta uma maior facilidade de aderência.

A norma que rege os produtos de assentamento de revestimentos cerâmicos é a NP EN 12004:2007+A1:2014: Colas para ladrilhos – Requisitos, avaliação da conformidade, classificação e designação [35].

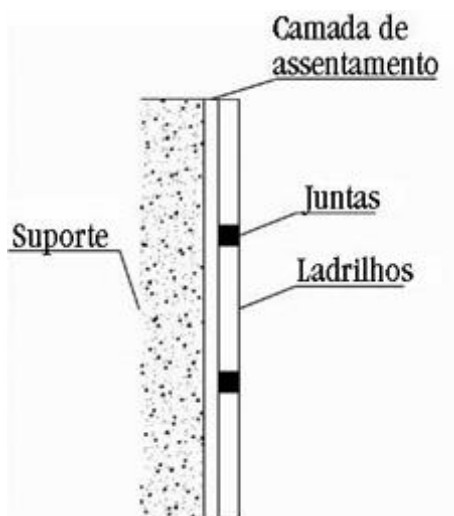


Figura 13. Esquema de sistema de revestimento cerâmico colado [25]

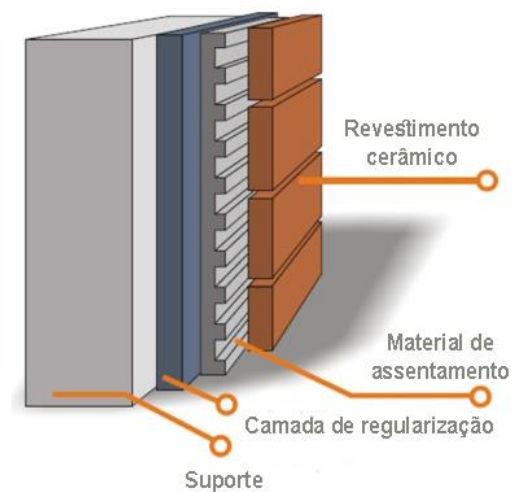


Figura 14. Esquema de sistema de revestimento cerâmico colado [36]

Os **sistemas de fixação indireta** podem ser constituídos pelos materiais representados na figura 15:

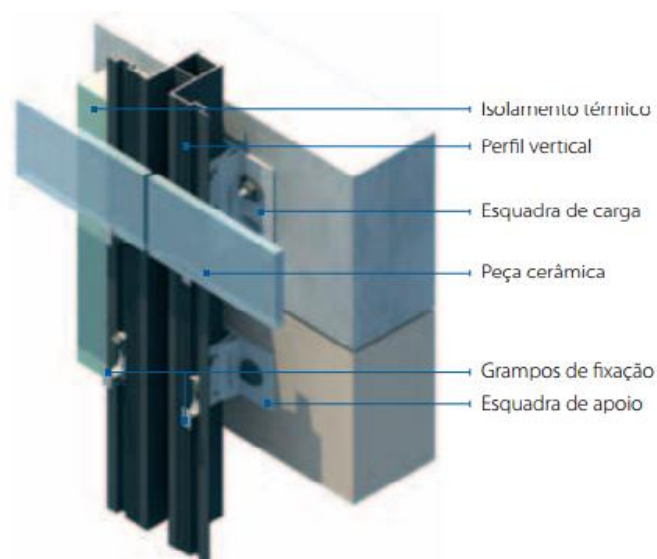


Figura 15. Sistema de fixação indireta [37]

Esta solução de fixação de revestimento cerâmico consiste em fixar mecanicamente os elementos de revestimento cerâmico ao suporte através de uma estrutura de fixação. Este processo dá origem à formação de uma caixa-de-ar entre o revestimento e o suporte, onde pode ser inserido um isolamento térmico, assegurando a ventilação natural e permitindo uma poupança energética do edifício.

O sistema de instalação é muito acessível e a sua manutenção é de fácil acesso, podendo substituir-se uma peça sem necessidade de obras. Apesar de ser utilizado maioritariamente em fachadas, também é possível a sua aplicação em pavimentos.

Os ladrilhos de revestimento cerâmico podem ser colados a uma estrutura por intermédio de um adesivo elástico ou através da utilização de grampos. Numa fixação oculta, executa-se uma pequena incisão no topo das peças cerâmicas, utilizando-se grampos interiores, numa fixação semi-oculta, a aplicação dos ladrilhos é realizada através de grampos de suporte tal como se verifica na figura 16 [37].

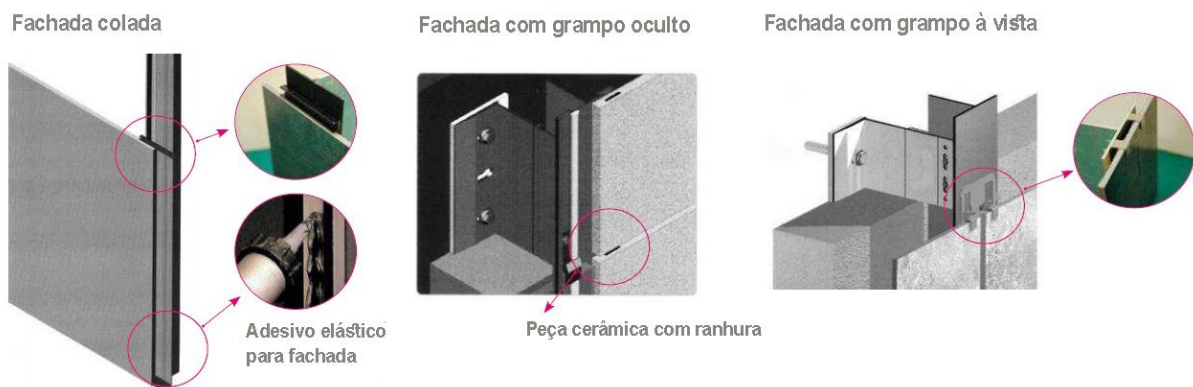


Figura 16. Fachadas ventiladas [32]

As principais vantagens destas soluções são:

- Rápida execução;
- Economia de energia;
- Facilidade de inspeção e manutenção;
- Maior conforto ambiental no interior dos edifícios;
- Maior durabilidade (redução do envelhecimento e da deterioração dos revestimentos cerâmicos).

2.5. Material de betumação de juntas

Na aplicação de revestimentos cerâmicos colados é necessário a consideração do dimensionamento adequado das juntas de revestimento. O material de preenchimento de juntas deve permitir absorver concentrações de tensões que resultem de deformações impostas e implícitas ao uso do próprio revestimento (como deformações mecânicas ou dilatações térmicas). Desta forma, este material deve ser flexível, com elevada aderência ao suporte e resistir a agentes exteriores, como água, gelo e choques térmicos, e ter em consideração as características do suporte, ambiente de aplicação e finalidade a que se destina [38].

As juntas requerem regularidade pois o espaçamento entre peças de revestimentos cerâmicos deve ser uniforme, conseguido através da utilização de espaçadores, como as cruzetas [33]. A dimensão deste espaçamento depende do tipo e formato de revestimentos cerâmicos aplicados e as ações específicas de utilização a que irão ficar sujeitos [39].

Num sistema de revestimentos cerâmicos as juntas consistem na única zona do revestimento por onde é libertado qualquer tipo de humidade contido no suporte, ou nas peças de revestimento, apesar de terem de impedir a entrada de água. Segundo Goldberg [40] é aconselhável que as juntas ocupem no mínimo cerca de 10 % da área total do revestimento, podendo ser aumentado em condições adversas [39].

Existem vários tipos de juntas que variam consoante a funcionalidade a exercer:

- **Juntas de movimento:** Espaçamento entre peças de revestimento que minimiza variações dimensionais ou tensões provocadas pelas deformações do revestimento;
- **Juntas de esquadramento:** Espaçamento utilizado em zonas demasiado extensas, sendo que a dimensão máxima interior é de 32 m² ou 8 ml contínuos, e no exterior de 25 m² ou 5 ml contínuos [41]. Sendo que uma junta mais profunda é reforçada com um perfil;
- **Juntas periféricas:** Espaçamento limitado pelos diferentes planos, sendo executada da mesma forma que as juntas de esquadramento [39];
- **Juntas estruturais:** Espaçamento que permite a absorção de tensões provocadas pelas deformações estruturais, como contrações ou dilatações, ou utilizado na transição de diferentes materiais de suporte.

O material de preenchimento de juntas pode ser composto por um produto tradicional ou por um produto industrializado. Os produtos tradicionais consistem numa argamassa à base de cimento, areia e produto hidrófugo para ambientes exteriores [39], enquanto que os produtos industrializados são argamassas não tradicionais, em que a sua mistura é melhorada a nível estético e a nível das suas propriedades mecânicas [38]. Estas últimas podem ser argamassas à base de cimento e cargas minerais (com ou sem aditivos), de cimento e resinas sintéticas ou somente de resinas sintéticas [42]. O material de preenchimento de juntas pode ser preenchido com produtos não tradicionais definido

na norma europeia EN 13888:2009 - *Grout for tiles - Requirements, evaluation of conformity, classification and designation*, 2009 [43].

A aplicação consiste em [41]:

- Aguardar 24 a 48 horas após a aplicação do material de assentamento e respetivo revestimento cerâmico – respeitar o tempo de cura indicado pelo fabricante;
- Verificação do espaço onde vai ser colocado o material de preenchimento, onde a base e as juntas devem estar secas e limpas (removendo o excesso de material de assentamento) e retirando as cruzetas;
- Preparação de mistura homogénea com água limpa e na proporção indicada pelo fabricante;
- Betumar a junta, com movimentos na diagonal, com uma talocha de borracha, apenas na área das juntas, pressionando bem para o seu total preenchimento e removendo o excesso de argamassa (figura 17);
- Após 30 a 45 minutos, passar com uma esponja humedecida – respeitar o tempo de cura indicado pelo fabricante (figura 17);
- Realizar uma limpeza final, com um pano seco, após 24 horas da betumação das juntas.



Figura 17. Processo e betumação de juntas [41]

O dimensionamento e manutenção das juntas têm de ser exigentes por forma a otimizar o sistema e a evitar possíveis anomalias.

As principais anomalias que se verificam após a aplicação de um revestimento cerâmico, muitas vezes, estão relacionadas com o dimensionamento, execução incorreta e falta de manutenção das juntas de betumação, comprometendo a durabilidade da solução de revestimento.

O material de betumação de juntas é um produto que necessita de inspeções periódicas e intervenções de reparação ligeira, nomeadamente operações de limpeza, reparações pontuais e substituição do material de preenchimento.

2.6. Sistemas de revestimentos cerâmicos e suas exigências funcionais

Um sistema de revestimento cerâmico compreende o material de revestimento, o material de fixação ao suporte e, no caso do método de fixação direta, o produto de preenchimento das juntas entre ladrilhos.

Os revestimentos cerâmicos são materiais de construção e têm como enquadramento normativo o Regulamento (UE) nº 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabelece condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção [44]. Este regulamento, na alínea 10 e 11, prevê a utilização de *“especificações técnicas harmonizadas para a avaliação do desempenho dos produtos de construção. Tais especificações técnicas harmonizadas deverão incluir ensaios, cálculos e outros meios, definidos no âmbito de normas harmonizadas e de documentos de avaliação europeus, para avaliar o desempenho dos produtos de construção em função das suas características essenciais”*.

2.6.1. Sistema de revestimentos cerâmico

Um revestimento de pavimento ou de parede, aplicado através de um sistema de fixação direta, é constituído essencialmente pelo elemento resistente (suporte), camada de enchimento, materiais de assentamento e peças de revestimento. Para a sua definição é fundamental a especificação da aplicação, o tipo de material que irá receber, as cargas que serão transmitidas, as técnicas de construção e os métodos de fixação entre elementos. As camadas de um sistema de revestimento e a sua função são constituídas por:

- **Elemento resistente:** constitui o elemento estrutural da parede ou pavimento, quer seja em madeira, betão, metálico ou misto, que tem como função receber todas as solicitações transmitidas. A principal característica desta camada é a estabilidade dimensional pois não deve ter deformações ou movimentos diferenciais que possam comprometer a solução final.

Em fase de projeto são considerados os valores da flecha de forma a limitar a deformação de cada elemento e da estrutura global;

- **Camada de regularização:** permite a regularização do elemento estrutural, a aderência entre camadas, a absorção de deformações (tanto na fase de execução como em fase de utilização), a resistência mecânica e no caso dos pavimentos possibilita a realização de desníveis. Usualmente, a camada de enchimento é constituída por argamassa e pode ser aplicada diretamente no elemento resistente ou nas camadas de isolamento ou impermeabilização, podendo ser o suporte para a fixação do revestimento.
A camada de enchimento pode ser aderente, ou dessolidarizada (não aderente ou flutuante) dependendo das deformações relativas às solicitações impostas, às retrações e/ou às expansões térmicas, não comprometendo a solução final;
- **Camada de impermeabilização:** utiliza-se essencialmente ao nível das coberturas e pode ser constituída por materiais tradicionais (betuminosos, auxiliares, produtos elaborados e produtos pré-fabricados) e não-tradicionais (pastas e produtos formados por membranas pré-fabricadas);
- **Camada de isolamento:** aplicada segundo os requisitos estabelecidos pelo Decreto-Lei nº 80/2006 que aprova o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [45], garantindo a utilização de materiais que assegurem as necessidades de qualidade limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares. Para edifícios novos de habitação aplica-se esta camada quando o pavimento está em contato direto com o terreno, ou se o revestimento está sobre espaços não úteis ou sob espaços exteriores. Os materiais utilizados têm de obedecer aos requisitos definidos no Regulamento (EU) nº 305/2011 [44]. Esta diretiva determina as disposições legislativas, regulamentares e administrativas da aplicação dos produtos de construção, de forma a assegurar que as obras de engenharia civil garantam a segurança da construção, tendo em conta requisitos de saúde, durabilidade, poupança de energia, proteção do ambiente, aspetos económicos e outros aspetos relevantes de interesse público;
- **Camada de assentamento:** permite a fixação das restantes camadas com o revestimento cerâmico e a regularização de superfícies. Devem ser aplicadas de acordo com as recomendações do Documento de Homologação do fabricante [46];
- **Camada de preenchimento de juntas:** deve ter características que permitam absorver as concentrações de tensões que resultam de deformações impostas e implícitas ao uso do próprio revestimento;

- **Revestimento cerâmico:** verificar as exigências funcionais do local a revestir por forma a adotar-se um revestimento adequado, pois os materiais de revestimento cerâmico dependem das matérias-primas mas também são condicionadas pelos procedimentos de fabrico e grau de vitrificação.

Para além da aplicação tradicional, de revestimentos cerâmicos aderentes descrita, também surgem as aplicações pelo método de fixação indireta, ou seja, revestimentos cerâmicos que não são aplicados diretamente na edificação mas numa estrutura portante metálica fixa ao suporte. As peças cerâmicas são fixas ao suporte através de grampos, não havendo o recurso a materiais de assentamento e de preenchimento de juntas, tal como descrito em 2.4.

2.6.2. Exigências funcionais dos tipos de revestimentos

Um material de revestimento deve ser selecionado tendo em conta a função que vai desempenhar e o meio em que vai ser aplicado. Os revestimentos exteriores de paredes e pavimentos têm de garantir a proteção do suporte, a estanquidade do edifício e o desempenho estético. O revestimento de interiores desempenha as funções de regularidade, aspeto estético, de conforto e contribui para o desempenho acústico.

Existem exigências fundamentais que estes materiais de revestimento têm de cumprir ao nível da segurança, habitabilidade e durabilidade, as quais se apresenta de seguida [47] [48]:

- **Exigências de segurança:**
 - Resistência mecânica (resistência à flexão e à abrasão);
 - Segurança na circulação;
 - Segurança contra o risco de incêndios (resistência ao fogo);
 - Segurança contra o risco de contacto direto ou indireto com a eletricidade;
 - Exigências de estabilidade – estabilidade perante solicitações normais de uso (peso próprio, solicitações climáticas, choques normais), estabilidade perante solicitações de ocorrência acidental;
 - Exigências de segurança no uso – segurança no contacto (rugosidade dos paramentos - atrito, temperatura dos paramentos).
- **Exigências de habitabilidade:**
 - Estanqueidade à água:
 - Permeabilidade à água;
 - Absorção de água;
 - Permeabilidade ao vapor;
 - Salubridade (exigências de higiene):

- Contra fixação de poeiras ou de micro-organismos – aspereza e aspeto pegajoso dos paramentos;
 - Resistência à limpeza;
 - Exigências termo-higrométricas (Exigências de isolamento térmico e economia de energia);
 - Conforto acústico (isolamento sonoro);
 - Conforto na circulação;
 - Conforto visual:
 - Planeza – planeza geral, planeza localizada;
 - Verticalidade;
 - Retidão das arestas;
 - Regularidade e de perfeição de superfície – defeitos de superfície, largura de fissuras;
 - Homogeneidade de cor e de brilho – diferença de cor, diferença de refletância difusa;
 - Conforto tátil:
 - Aspereza dos paramentos – perfil geométrico da superfície;
 - Parâmetros pegajosos;
 - Secura dos paramentos;
- **Exigências de adaptação à utilização normal:**
 - Resistência a ações de choque e de atrito – resistência aos choques (choques de corpo mole, choques de corpo duro);
 - Resistência à ação da água – água da chuva, projeções acidentais de água, lavagem por via húmida (classes de resistência à lavagem), vapores húmidos;
 - Aderência ao suporte – resistência ao arrancamento por tração, resistência à peladura;
 - Resistência à formação de nódoas de produtos químicos ou domésticos – resistência à formação de nódoas;
 - Resistência ao enodoamento por poeiras – resistência à formação de nódoas;
 - Resistência à suspensão de cargas;
- **Exigências de durabilidade:**
 - Durabilidade intrínseca;
 - Durabilidade em função do uso: preocupação na adequação dos revestimentos de piso aos locais onde são aplicados, confrontando as ações agressivas do local com a resistência do revestimento ao desgaste, punção, à ação da água e à ação de produtos químicos:
 - Resistência ao desgaste;
 - Resistência a agentes climáticos – calor, frio, água, luz e choques térmicos;

- Resistência aos produtos químicos no ar – ozono, dióxido de azoto, dióxido de enxofre e soluções amoniacaais;
 - Resistência à erosão provocada por partículas sólidas em suspensão no ar;
 - Resistência à fixação e ao desenvolvimento de bolores;
- Limpeza, conservação e reparação;
- Exigências de compatibilidade com o suporte:
 - Exigências de compatibilidade geométrica;
 - Exigências de compatibilidade mecânica;
- Exigências de facilidade de limpeza;
- **Exigências estéticas.**

2.7. Processos de fabrico

De uma forma geral, os processos de fabrico dos materiais cerâmicos compreendem a moldagem, a secagem e a cozedura, tendo como base a conformação por prensagem ou por extrusão, onde a mistura para obtenção da pasta cerâmica pode ser por via seca ou via húmida, ou moldagem manual.

Desta forma, inicialmente é feita a preparação da matéria-prima em silos, onde a moagem dos elementos duros (areia e feldspato) é misturada aos materiais plásticos (argilas). De seguida realiza-se a conformação por via seca ou semi-húmida (em que é adicionada água à mistura de todos os componentes) por prensagem ou extrusão [49].

Segundo Lucas [1], o processo de conformação influencia o grau de vitrificação e quantidade de massa cerâmica que, por consequência, determinam o nível de desempenho técnico das peças a produzir, ou seja, a absorção de água, a resistência ao desgaste, à flexão, ao choque, à formação e ao enodoamento e a regularidade dimensional.

O processo de conformação influencia as características do produto acabado, que deve ser sempre controlado tanto ao nível das máquinas utilizadas como das matérias-primas em questão.

No método da **conformação por prensagem a seco**, dá-se à compactação do pó moldável sobre um molde, que é pressionado para se obter um produto compactado, homogéneo, cru e com reduzida porosidade (figura 18 e 19). Neste procedimento, ocorre a redução do volume ocupado pelos poros, dando origem a um reajustamento de partículas, obtendo-se um produto compacto com maior densidade.

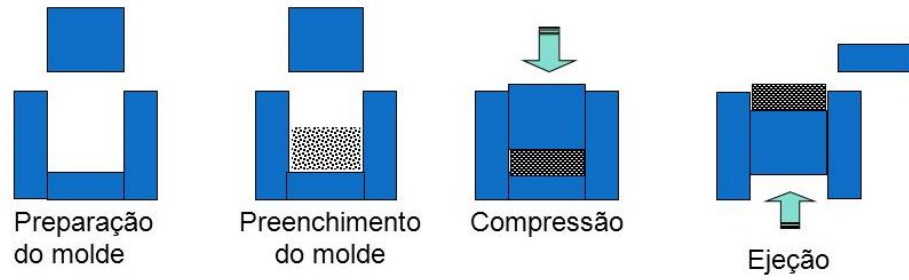


Figura 18. Processo de conformação por prensagem a seco [50]



Figura 19. Processo de conformação por prensagem a seco

No processo de **conformação por extrusão** o material cerâmico plástico é forçado a passar por uma matriz de secção transversal constante (figura 20). A extrusão é um processo tecnológico de deformação plástica da massa, onde o material é submetido a pressões elevadas e é forçado a passar pelo orifício de uma matriz, de forma a reduzir ou modificar a forma da secção transversal. O revestimento cerâmico sai em forma de fita contínua e é cortado conforme o tamanho especificado do revestimento.

A extrusão pode ser um processo contínuo (material de produção indefinidamente longo) ou semi-contínuo (produzindo muitas peças). O processo de extrusão pode ser feito com o material quente ou frio.

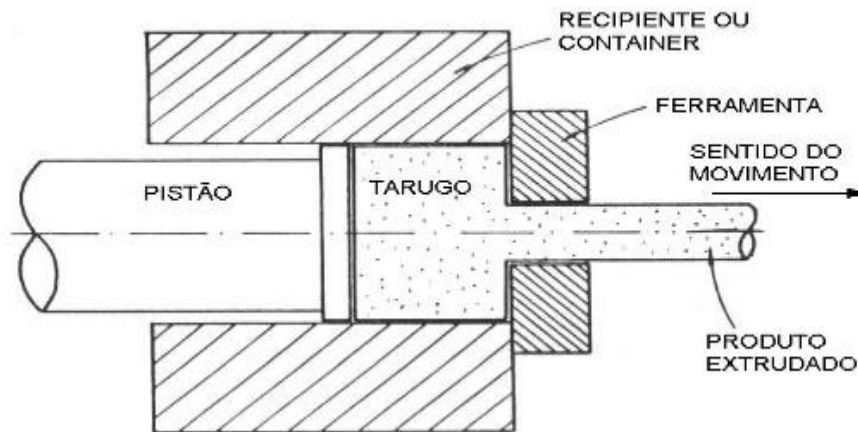


Figura 20. Processo de conformação por extrusão [51]

Uma das principais vantagens do processo de extrusão em comparação com outros processos de fabricação é a sua capacidade de criar peças de grande comprimento.

Os processos de fabrico por **via seca** ou **via húmida** têm como objetivo a homogeneização da mistura (figura 21).

Com as características finais desejadas estes revestimentos cerâmicos são submetidos à secagem, no caso do processo de conformação ser realizado por via seca, de forma a assegurar a regularidade dimensional. No processo de conformação por via húmida a água é responsável pela aglutinação do produto conformado.



Figura 21. Processo de fabrico de conformação por via húmida (à esquerda), e por via seca (à direita) [32]

Uma das principais vantagens do processo de conformação por via seca são os custos energéticos mais reduzidos e o menor impacto ambiental (redução do consumo de água e consumos energéticos) [49]. Por outro lado, através do processo de conformação por via húmida obtém-se uma massa mais homogénea e um tempo de secagem mais reduzido.

Na figura 22 e 23 apresenta-se o diagrama do processo por via seca (à esquerda) e húmida (à direita) de fabricação de revestimentos cerâmicos:



Figura 22. Diagrama de processo de conformação por via seca de revestimentos cerâmicos [52]

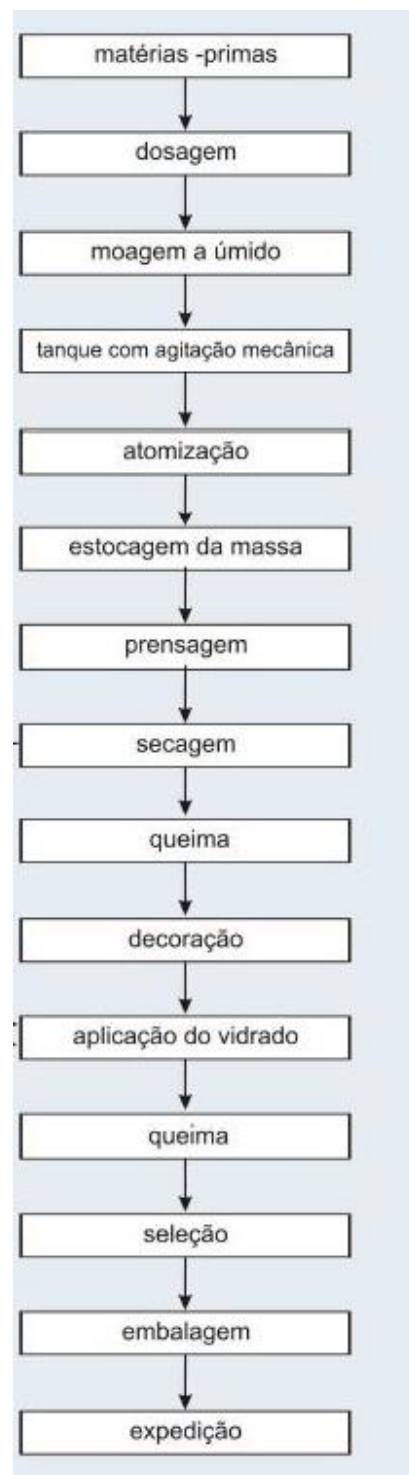


Figura 23. Diagrama de processo de conformação por via húmida de revestimentos cerâmicos [52]

Após a conformação segue-se o processamento térmico de modo a atingir a consolidação requerida para o produto final, consistindo na secagem, sinterização e vitrificação (figura 24). Dependendo do tipo de revestimento cerâmico pode existir uma fase para a colocação do vidrado,

aplicada por campânula ou por pulverização, e decoração, esta é aplicada por serigrafia, impressão de rolos ou mais recentemente por impressão digital. Conclui-se com a cozedura dos ladrilhos, para que as partículas sejam consolidadas por aquecimento a elevadas temperaturas.



Figura 24. Processamento térmico de revestimentos cerâmicos

Nos processos de fabrico recorrendo à queima dos produtos cerâmicos nos fornos (figura 25) existem dois processos relevantes [47]:

- Monocozedura: a pasta cerâmica, constituída pela base e pelo esmalte, passa pelo forno simultaneamente, conferindo uma maior coesão, aumento da resistência superficial e absorção de água relativamente baixa.
- Bicozedura: a base do suporte do produto final é queimada, sendo a decoração e/ou vidro colocado posteriormente de forma a ter um segundo tratamento térmico.



Figura 25. Fornos contínuos

A evolução dos processos de fabrico de revestimentos cerâmicos tem levado à utilização de equipamentos de grande envergadura e a um automatismo cada vez maior em todas as fases deste mesmo processo. Contudo, tanto o controlo do produto final, como a qualidade do mesmo, é realizado de forma manual. Os ladrilhos de revestimentos cerâmicos são separados por tonalidades e calibres, de forma a não terem grandes variações dimensionais, e são divididos em classes,

consoante o tipo de defeitos apresentados. Estas diferenças têm de estar de acordo com as normas europeias NP EN ISO 10545.

3. Normalização

De forma a uniformizar e sistematizar o desempenho de atividades profissionais, definindo requisitos técnicos, são utilizadas normas. A aplicação da normalização garante que os produtos e serviços têm o grau adequado de qualidade, segurança e respeito pelo ambiente [53] e assegura a livre circulação da generalidade de produtos de construção, “produtos destinados a serem incorporados de forma permanente em obras de construção”, acreditada pelas **normas harmonizadas e aprovações técnicas europeias** [44].

Os Organismos Internacionais de Normalização (OIN) têm como objetivo a procura da definição e uniformização dos produtos acabados e dos elementos que se utilizam para os produzir. Neste contexto destacam-se as normas ISO (*International Organization for Standardization*) para o ramo da construção. Entre os vários Organismos Europeus de Normalização (OEN), destacam-se as Normas Europeias (EN) do Comité Europeu de Normalização (CEN).

A estrutura de normalização em Portugal consiste no Organismo Nacional de Normalização (ONN), ou seja no **Instituto Português da Qualidade** (IPQ - estrutura que engloba, de forma integrada, as entidades que congregam esforços para a dinamização da qualidade em Portugal e que assegura a coordenação dos três subsistemas – da normalização, da qualificação e da metrologia, com vista ao desenvolvimento sustentado do País e ao aumento da qualidade de vida da sociedade em geral [53]), nos Organismos de Normalização Setorial (ONS) e nas diferentes Comissões Técnicas Portuguesas de Normalização (CT's).

O processo de normalização surge como ferramenta fundamental para a procura de melhoria da adequação de processos, componentes, produtos e serviços e no sentido de eliminar os obstáculos ao comércio.

No caso dos materiais de construção, os pavimentos e revestimentos cerâmicos têm como enquadramento regulamentar o **Regulamento (UE) N.º 305/2011** [44], o qual estabelece as condições harmonizadas para a comercialização e avaliação do desempenho dos produtos de construção, incluindo ensaios cálculos e outros meios.

Complementarmente, a normalização utilizada no âmbito da aplicação dos pavimentos e revestimentos cerâmicos é a norma europeia **NP EN 14411:2008** [22] e a **Marcação CE** [53], para garantir a conformidade de um produto da construção. Onde é especificada a definição de termos, classificação de produtos e embalagens, requisitos e critérios de marcação dos ladrilhos cerâmicos, bem como das especificações de fabrico (produzidos por técnicas de extrusão e de prensagem a seco), garantindo a capacidade de desempenhar a sua função segundo os níveis de desempenho declarados, tanto para produtos cerâmicos de primeira escolha como para os restantes. Desta forma, são assegurados os requisitos essenciais dos materiais cerâmicos aplicados em obra, ao longo do seu período de vida útil, em termos de resistência mecânica e estabilidade, segurança na utilização, higiene, saúde, ambiente e economia de energia.

3.1. Normalização do Processo de Fabrico

O controlo de produção em fábrica considera-se que é o controlo interno documentado e permanente da produção realizada em fábrica, de acordo com as especificações técnicas harmonizadas aplicáveis.

O **Regulamento (UE) N.º 305/2011** [44] dos produtos da construção contém a seguinte informação pormenorizada:

- Requisitos essenciais das obras;
- Aprovação técnica europeia;
- Certificação de conformidade – métodos de controlo de sistemas de certificação, organismos competentes, marcação, certificado e declaração de conformidade CE;
- Organismos de certificação e de inspeção e laboratórios de ensaios.

Esta mesma diretiva, anexo I, prevê sete requisitos essenciais a considerar na avaliação da conformidade das obras onde são aplicados os produtos [44]:

- Resistência mecânica e estabilidade;
- Segurança contra incêndio;
- Higiene, saúde e ambiente;
- Segurança e acessibilidade na utilização;
- Proteção contra o ruído;
- Economia de energia e isolamento térmico;
- Utilização sustentável dos recursos naturais.

O modo de comprovação da conformidade é variável consoante o risco que o produto representa face aos requisitos essenciais: pode ser emitido pelo próprio fabricante (declaração do fabricante) ou por um organismo notificado (organismo de certificação).

Poderão ainda participar na comprovação da conformidade outros organismos notificados (laboratórios ou organismos de inspeção).

Os pavimentos e revestimentos cerâmicos que revelam estar em conformidade com a norma europeia **NP EN 14411:2008** [22], que especifica os requisitos e critérios de marcação dos ladrilhos cerâmicos, comprovam a conformidade destes produtos de acordo com os níveis de desempenho declarados (para as diferentes classes comerciais dos produtos).

Os produtos de construção que cumpram as normas europeias harmonizadas, as aprovações técnicas europeias, ou que satisfaçam as especificações técnicas nacionais, aprovadas pelo Comité

Permanente da Construção, podem beneficiar da **Marcação CE** [53, 44] e circular livremente no Espaço Económico Europeu (EEE).

O fabricante, que declara a marcação CE de um produto, garante que este cumpre os requisitos de uma especificação técnica segundo os procedimentos de certificação da conformidade com todos os requisitos legais necessários à obtenção da marcação CE [53, 54]:

Para a obtenção da declaração da marcação CE para um produto da construção é necessário [55]:

- Identificar as diretivas e/ou regulamentos aplicáveis;
- Identificar as normas harmonizadas e destas quais os requisitos aplicáveis;
- Levar a cabo o esquema de avaliação da conformidade adequado;
- Desenvolver e manter a documentação técnica necessária para satisfazer os requisitos das diretivas (informação que demonstre a conformidade do produto com os requisitos legais aplicáveis);
- Elaborar e assinar a declaração de conformidade;
- Apor a marcação CE;
- Acompanhar continuamente o cumprimento dos requisitos aplicáveis e implementar os novos requisitos quando aplicável.

As características técnicas referidas na **NP EN 14411:2008** [22] requeridas aos pavimentos e revestimentos cerâmicos são avaliadas consoante métodos de ensaio, que determinam as características dimensionais, propriedades físicas e químicas, definidos nas partes 1 a 17 da norma **NP EN ISO 10545**.

Na realização de ensaios, os revestimentos cerâmicos são agrupados em famílias onde se considera o resultado para cada característica. As famílias, neste caso específico, definem-se em relação às características do corpo cerâmico (mesmo tamanho e espessura), bem como do acabamento superficial. De acordo com a norma NP EN 14411:2008 [22] a conformidade da família de revestimentos cerâmicos deve ser demonstrada pelos Ensaio de Tipo Inicial (ETI) ou pelo controlo da produção em fábrica pelo produtor, incluindo o Controlo de Produção em Fábrica (CPF).

Os ensaios de tipo inicial devem ser realizados com a finalidade de confirmar se as características de uma determinada família de produtos cumprem os requisitos da norma. Estas características devem estar declaradas e devem ser sujeitas a ensaios do tipo inicial, com exceção da reação ao fogo [22].

No ensaio de controlo da produção em fábrica, o produtor tem o dever de documentar e manter um sistema de controlo de produção em fábrica no sentido de garantir que os produtos colocados no mercado estejam conforme as características de desempenho. O sistema de controlo de produção em fábrica comporta os procedimentos, inspeções regulares, ensaios ou avaliações, e

utilização de resultados para o controlo de matérias-primas e outros materiais ou componentes, equipamentos, processo produtivo e produtos.

Um sistema de controlo de produção em fábrica tem necessariamente que estar em conformidade com os requisitos da norma **NP EN ISO 9001:2008** – Sistema de gestão da qualidade. Requisitos [56].

Para isso, o produtor deve manter e aplicar alguns procedimentos que são necessários para o controlo, calibração e manutenção dos equipamentos de monitorização e medição. A tabela 1 demonstra alguns métodos de ensaio e frequências mínimas a aplicar para cada família de produtos.

Tabela 1. Métodos de ensaio e frequências mínimas [56]

Propriedade	Método de ensaio	Frequência mínima de ensaio
Resistência à rutura e flexão	NP EN ISO 10545-4 [57]	Uma vez por ano
Escorregamento	-	Uma vez por ano
Deslizamento	-	Uma vez por ano
Resistência ao choque térmico	NP EN ISO 10545-9 [58]	Uma vez por ano
Resistência ao gelo / degelo	NP EN ISO 10545-12 [59]	Uma vez por ano
Tensão de aderência / aderência	-	Uma vez por grupo de produtos
Libertação de substâncias perigosas	NP EN ISO 10545-15 [60]	Uma vez por ano

Na tabela 2 são definidas as classificações dos ladrilhos cerâmicos, segundo NP EN 14411:2008 [22], em função das seguintes características (não prevendo as aplicações a que os produtos se destinam):

- Processo de conformação;
- Absorção de água;
- Superfície vidrada ou não vidrada.

Tabela 2. Classificação de ladrilhos cerâmicos [22]

Processo de fabrico	Grupo I $E \leq 3\%$	Grupo IIa $3\% < E \leq 6\%$	Grupo IIb $6\% < E \leq 10\%$	Grupo III $E > 10\%$
Método A Extrudidos	Grupo AIa $E \leq 0,5\%$	Grupo AIIa-1 ^a	Grupo AIIb-1a	Grupo AIII
	Grupo AIIb $0,5\% < E \leq 3\%$	Grupo AIIa-2a	Grupo AIIb-2a	
Método B Prensados a seco	Grupo BIa $E \leq 0,5\%$	Grupo BIIa	Grupo BIIb	Grupo BIIIb
	Grupo BIIb $0,5\% < E \leq 3\%$			

^a Os Grupos AIIa e AIIb são divididos em duas partes (Partes 1 e 2) com diferentes especificações de produto.

^b O Grupo BIII abrange apenas ladrilhos vidrados. Existe uma pequena produção de ladrilhos prensados a seco não vidrados com uma absorção de água superior a 10% que não está incluída neste grupo de produtos.

Os ladrilhos cerâmicos são divididos em dois grupos, consoante o seu processo de fabrico, ladrilhos extrudidos ou ladrilhos prensados a seco. E é apresentada a absorção de água dividida por grupos, o Grupo I representa os ladrilhos com baixa absorção de água, $E \leq 3 \%$; o Grupo II representa os ladrilhos com média absorção de água, $3 \% < E \leq 10 \%$; e o Grupo III, ladrilhos com alta absorção de água, $E > 10 \%$.

Desta forma, uma das características fundamentais controladas é definida pela NP EN ISO 10545-3:2008 – Determinação da absorção de água, da porosidade aberta, da densidade relativa aparente e da massa volúmica global [23], pois garante o cumprimento dos valores máximos do coeficiente de absorção de água impostos pela norma.

3.2. Normalização da Aplicação

Segundo o **Regulamento (UE) Nº 305/2011** do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de março de 2011 [44], que estabelece condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção, um produto de construção é um produto incorporado nas obras de construção e cujo desempenho influencia os requisitos básicos destas mesmas obras, que têm de estar em conformidade com as normas harmonizadas e documentos de avaliação europeus.

Esta norma também especifica que uma Avaliação Técnica Europeia é uma avaliação documentada do desempenho de um produto de construção, correspondente às suas características, de acordo com o Documento de Avaliação Europeu.

Em Portugal não existe legislação específica relativo à aplicação de revestimentos cerâmicos, porém existem regulamentos e manuais referidos de seguida que definem as boas práticas da aplicação dos mesmos:

- O **Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)** [61] é o regulamento que rege a execução de novas edificações ou de quaisquer obras de construção civil, a reconstrução, a ampliação, a alteração, a reparação ou a demolição das edificações e obras existentes, entre outras, e que tem sofrido alterações, visto ser um documento de 1951;
- A **Portaria n.º 701- H/2008**, de 29 de Julho [62], que aprova o conteúdo obrigatório do programa e do projeto de execução, bem como os procedimentos e normas a adotar na elaboração e faseamento de projetos de obras públicas, designados «Instruções para a elaboração de projetos de obras», e a classificação de obras por categorias;
- Especificações e documentação sobre revestimentos cerâmicos, nomeadamente na fase de aplicação, do **LNEC** [1, 47, 48, 63] e do Manual de aplicação de Revestimentos Cerâmicos (**APICER**) [25];
- Recomendações do **Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV)**;

- Documento técnico CEN/TR 13548:2004 - *General rules for the design and installation of ceramic tiling* [64], que especifica as diretrizes da aplicação de revestimentos cerâmicos e os requisitos do revestimento;
- A norma portuguesa já referida **NP EN 14411:2008** [22], em que os pavimentos e revestimentos cerâmicos, fabricados pelos processos de extrusão ou prensagem a seco (excluindo os acessórios decorativos ou mosaico), que estejam em conformidade com a mesma garantem a capacidade de desempenho das suas funções de acordo com os critérios declarados.

Para os materiais de assentamento e de betumação de juntas a sua conformidade é garantida por normas que definem os requisitos e critérios de marcação, métodos de ensaios para a avaliação das características essenciais para a marcação CE destes produtos, e métodos de aplicação:

- **NP EN 12004:2007+A1:2014**: Colas para ladrilhos – Requisitos, avaliação da conformidade, classificação e designação [35]
- **EN 13888:2009** - *Grout for tiles - Requirements, evaluation of conformity, classification and designation*, 2009 [43]

No capítulo 5 serão abordadas as técnicas de aplicação do sistema de revestimento cerâmico, nomeadamente os seus métodos, materiais e equipamentos, garantindo a qualidade da aplicação dos ladrilhos cerâmicos em revestimentos de paredes e pavimentos.

4. Anomalias

4.1. Classificação/ Caracterização

No presente capítulo serão abordados os diferentes tipos de anomalias mais comuns num sistema de revestimento cerâmico, ou seja, de um desempenho inapropriado dos materiais, componentes ou sistemas construtivos.

A classificação de anomalias na aplicação dos revestimentos cerâmicos é entendida como uma situação que não apresenta o desempenho previsto, de forma a analisar os aspetos de uma anomalia bem como as suas causas, origens e natureza dos problemas.

Os diferentes tipos de patologias podem surgir tanto no interior do edifício como no exterior, embora seja mais propício em locais exteriores ou espaços sujeitos a ações adversas, como locais húmidos ou submetidos ao vapor de água, variações de temperatura, ou sujeitos a cargas excessivas para o qual não foram dimensionadas.

As anomalias podem ser classificadas segundo a sua origem em: congénitas, construtivas, adquiridas, ou acidentais [65]. A tabela 3 seguinte discrimina essas patologias.

Tabela 3. Patologias ou anomalias na execução dos revestimentos cerâmicos [59]

Origem	Erros	Descrição da anomalia e consequências
Congénitas	Não observância das normas técnicas ou erros e omissões dos profissionais. Erros resultantes do processo de fabrico.	> Originárias da fase do projeto e resultam em falhas no detalhe e conceção inadequada dos revestimentos. > Consequências: anomalias nas edificações.
Construtivas	Resultante do emprego de mão-de-obra desqualificada, produtos não certificados e ausência de controlo de qualidade na metodologia para o assentamento de peças.	> Relacionadas com a fase de execução da obra. > Consequências: anomalias nas edificações.
Adquiridas	Resultado da exposição ao meio em que se inserem, podem ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou da ação humana.	> Ocorrem durante a vida útil dos revestimentos. > Consequências: danificam as camadas e desencadeiam um processo patológico.

Origem	Erros	Descrição da anomalia e consequências
Acidentais	Resultado de uma situação involgar, como a ação da chuva, ventos fortes, recalques ou incêndios.	> Ocorrência de um fenómeno atípico. > Consequências: provoca esforços de natureza imprevisível, especialmente na camada de base e sobre as juntas e provoca movimentações que podem provocar processos patológicos em cadeia.

A classificação das causas das anomalias em revestimentos cerâmicos, dependendo dos erros realizados, foi elaborada por Silvestre [66] e é demonstrada na tabela 4:

Tabela 4. Classificação das causas das anomalias nos revestimentos cerâmicos [60]

Erros correntes	Causas
Erros de projeto	<ul style="list-style-type: none"> > Escolha de materiais incompatíveis, omissa, ou não adequada à utilização; > Estereotomia não conforme com as características do suporte; > Prescrição de colagem simples em vez de dupla; > Dimensionamento incorreto das juntas do revestimento cerâmico; > Inexistência de juntas periféricas, de esquartelamento ou construtivas; > Existência de zonas do revestimento cerâmico inacessíveis para limpeza; > Deficiente cuidado na pormenorização das zonas singulares do revestimento cerâmico; > Inexistência ou anomalia dos elementos periféricos do revestimento cerâmico; > Deformações excessivas do suporte; > Humidade ascensional do terreno.

Erros correntes	Causas
Erros de execução	<ul style="list-style-type: none"> > Utilização de materiais não prescritos e/ou incompatíveis entre si; > Aplicação em condições ambientais extremas; > Desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução; > Aplicação em suportes sujos, pulverulentos ou não regulares; > Desrespeito pelo tempo aberto do adesivo; > Espessura inadequada do material de assentamento; > Contacto incompleto do ladrilho – material de assentamento; > Assentamento de ladrilhos nas juntas de dilatação do suporte; > Colagem simples em vez de dupla; > Utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada; > Preenchimento de juntas sujas; > Execução de juntas com largura ou profundidade inadequada/não execução; > Preenchimento incompleto das juntas de assentamento; > Desrespeito pela estereotomia do revestimento cerâmico; > Inexistência ou insuficiência de pendentos em pavimentos exteriores; > Encastramento de acessórios metálicos não protegidos nas juntas.
Ações de origem mecânica exterior do revestimento cerâmico	<ul style="list-style-type: none"> > Choques contra o revestimento cerâmico; > Vandalismo/grafiti; > Concentração de tensões no suporte; > Circulação de pessoas ou veículos; > Deformação do suporte.
Ações ambientais	<ul style="list-style-type: none"> > Vento; > Radiação solar; > Exposição solar reduzida; > Choque térmico; > Lixiviação dos materiais do revestimento que contêm cimento; > Humidificação do revestimento; > Ação biológica; > Poluição atmosférica; > Envelhecimento natural.
Falhas de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> > Ventilação insuficiente em interiores; > Falta de limpeza do revestimento cerâmico ou de zonas adjacentes; > Limpeza incorreta do revestimento cerâmico.


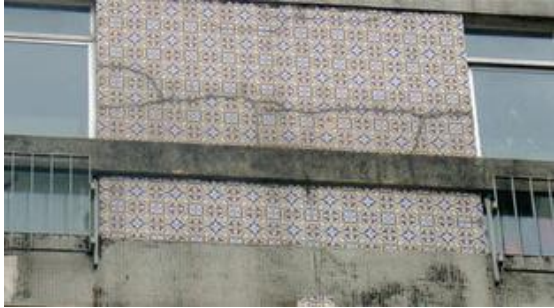
Erros correntes	Causas
Alteração das condições inicialmente previstas	> Aplicação de cargas excessivas em revestimentos cerâmicos.


Um estudo realizado por Silvestre [66] teve como objetivo a análise de 64 casos de patologias em revestimentos cerâmicos aderentes em paredes exteriores de edifícios e determinou que a maior percentagem de ocorrência dos grupos de causas de anomalias em fachadas é devido às condições ambientais (37%) e aos erros de projeto (37%), porém também se verificam os erros de execução (11%), as ações de origem mecânica exterior (9%), as falhas de manutenção (5%) e a alteração das condições iniciais (1%).



Este estudo concluiu que as fachadas estão sempre expostas às condições ambientais, o que justifica esta percentagem e, de igual forma, os erros de projetos refletem a escolha errada de materiais e a utilização de métodos desadequados o que, como consequência, prejudica a durabilidade do revestimento.

A maior parte das anomalias registadas e ocorridas nos revestimentos apresentam-se sob diversas formas, nomeadamente, no que se refere aos aspetos estéticos, de proteção e de isolamento. Na tabela 4 é indicada o tipo de patologia e a sua forma de manifestação nos revestimentos cerâmicos aderentes.

Tabela 5. Formas de manifestação das patologias de revestimentos cerâmicos [63]

Tipo de anomalia	Formas de manifestação	Causas possíveis	Representação da manifestação
Descolamento/ Destacamento	Perda de aderência, pela interface do material de assentamento e o revestimento cerâmico, na interface entre o material de assentamento e o suporte, ou por rotura do próprio material de assentamento, com ou sem empolamento. Verifica-se quando as tensões surgidas ultrapassam a capacidade de aderência.	<ul style="list-style-type: none"> > Material de assentamento não adequado ao ladrilho a colar ou ao suporte onde vai ser aplicado; > Aderência insuficiente (ausência de dupla colagem); > Deficiente dimensionamento do espaçamento das juntas; > Deficiente coesão do suporte, ou a ocorrência de movimentos diferenciais do mesmo; > Deformação estrutural; > Infiltrações. 	 <p>[67]</p>
Fissuração/ Fendilhação	Fissuras superficiais, que afetam o vidrado da peça. Fendas que atravessam toda a espessura dos ladrilhos, ou toda a profundidade da junta, geralmente superiores a 1 mm.	<ul style="list-style-type: none"> > Deformação estrutural; > Expansão da base cerâmica durante o arrefecimento das peças ou no assentamento em obra; > Contração dos produtos de assentamento ou retração do produto de preenchimento de juntas; > Choque térmico ou variações termohigrométricas, que não conseguem ser absorvidos pelas juntas. 	 <p>[68]</p>

Tipo de anomalia	Formas de manifestação	Causas possíveis	Representação da manifestação
Endoamento	Manchas, na face útil dos ladrilhos, que provocam alteração de cor.	<ul style="list-style-type: none"> > Poros abertos à superfície, que favorece a retenção de sujeira; > Desgaste da superfície; > Ataque químico, nomeadamente com produtos de limpeza inadequados. 	
Riscagem ou desgaste/ desprendimento do vidrado dos ladrilhos	<p>Zonas que demonstram desgaste profundo, fendas, descamação ou desaparecimento do vidrado dos ladrilhos.</p> <p>Crateras rodeadas por fissuras concêntricas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> > Aplicação de revestimento cerâmico desapropriado relativo às funções que são destinadas ou às solicitações que desempenha. > Ausência de planeza das peças cerâmicas ou do suporte. 	[69]
Alteração estética	Alteração da cor ou brilho inicial do revestimento cerâmico.	<ul style="list-style-type: none"> > Desgaste da superfície; > Infiltrações de água; > Ataque químico, nomeadamente com produtos de limpeza inadequados. 	

Tipo de anomalia	Formas de manifestação	Causas possíveis	Representação da manifestação
Eflorescências	Manchas esbranquiçadas, pulverulentas ou em forma de crosta, provocadas por sais de cor branca, à superfície dos ladrilhos ou na zona das juntas. Quando este fenómeno ocorre no interior do revestimento cerâmico é dado o nome de cripto eflorescência.	<ul style="list-style-type: none"> > Presença de sais solúveis nos ladrilhos cerâmicos, nos produtos de assentamento ou através de contaminação exterior, que são transportados para a superfície e aí se depositam, possibilitando a cristalização dos sais à superfície; > Incumprimento do tempo de secagem ou hidratação das argamassas; > Contacto com humidades elevadas e temperaturas baixas; > Deficiente preenchimento de juntas; > Inadequada utilização de materiais porosos. 	 <p>[70]</p> <p>[71]</p>
Esmagamento dos bordos	Destacamento dos bordos dos ladrilhos cerâmicos e do esmagamento do material de betumação de juntas.	<ul style="list-style-type: none"> > Movimentos diferenciais entre o suporte, material de assentamento e ladrilhos cerâmicos, provocados por variações termohigrométricas. 	 <p>[70]</p>

Concluimos que as principais causas no geral são: locais permanentemente húmidos, locais com variações bruscas de temperatura, locais com temperaturas extremas, paredes ou pavimentos sujeitas a grande amplitude de pressão de vapor de água, submetidas a cargas excepcionais, principalmente de carácter dinâmico.

As anomalias causadas pela ação da água podem surgir sob diferentes formas (figura 23):

- Escorrimentos de água da chuva;
- Infiltrações de água da chuva pela cobertura ou por outros pontos;
- Perda de aderência e alguma desagregação pontual;
- Fissuras verticais;
- Colonização biológica.

4.2. Diagnóstico e Reparação

O estudo das anomalias e as suas principais causas permitem determinar a melhor resolução para o aparecimento das mesmas, sendo essencial a abordagem das técnicas de inspeção e diagnóstico, medidas preventivas, manutenções e técnicas de reparação. Existe uma necessidade de um grande controlo de qualidade por forma a minimizar as potenciais anomalias.

A reabilitação em edifícios deve ter como principal objetivo o melhoramento da qualidade térmica e a aposta na economia de energia, permitindo um desenvolvimento sustentável. Ao considerar-se o ciclo de vida dos edifícios e dos seus componentes deve ser feita a minimização dos seus efeitos ambientais. Deste modo, o ciclo de vida do edifício compõe-se de várias etapas como: o projeto em si, a construção, a certificação, a receção da obra, a utilização e a manutenção, bem como a demolição. Outros fatores a ter em consideração e que condicionam as etapas referidas são a localização, o clima, a ecologia, a história, bem como os materiais que são utilizados.

A caracterização das anomalias bem como a determinação das suas causas implica a atuação com um sistema de relações entre causas e efeitos. Na maior parte das ocorrências não é necessário recorrer a ensaios laboratoriais já que implica alguma complexidade e morosidade. Logo, neste caso, é efetuada a avaliação e interpretação das anomalias no local, sendo necessários métodos de diagnóstico para corrigir.

As técnicas de reparação podem ser divididas em técnicas curativas, que permitem reparar diretamente a anomalia, eliminando-a ou técnicas preventivas, que consistem em intervenções que permitem reparar a causa da anomalia de forma a que a anomalia reparada não se volte a manifestar. Para um controlo de qualidade na aplicação de revestimentos cerâmicos deve-se prever técnicas preventivas com o objectivo de resolver casos patológicos reais, de forma a reduzir as anomalias, a sua extensão e gravidade, e respetivas causas, prevenindo o aparecimento de novas anomalias [39].

As técnicas de diagnóstico são constituídas por quatro grupos segundo o tipo de execução e funcionamento do equipamento utilizado, ou seja, a análise visual, métodos elétricos, métodos termo-higrométricos e métodos ultrassónicos. A tabela 6 resume a classificação de técnicas de diagnóstico.

Tabela 6. Técnicas de diagnóstico dos revestimentos cerâmicos [72]

Análise Visual
Inspeção visual
Medição de inclinação
Métodos Elétricos
Correntes induzidas
Métodos Termo-Higrométricos
Avaliação da temperatura e humidade
Termografia de infravermelhos
Métodos Ultra-sónicos
Ultrassons

Entenda-se que esta primeira análise, não invalida que depois não seja necessário recorrer a laboratório. Mas, analisando detalhadamente as técnicas de diagnóstico, estas consistem em análise visual, seja por uma simples inspeção visual, seja por medição de inclinação. Por exemplo, para o caso de diagnóstico de revestimentos de coberturas, a inspeção visual é um dos métodos mais utilizados pelo facto de ser de realização simples, de custos reduzidos e não necessitar de equipamento especial, sendo que, em muitos casos, basta um profissional que faça um diagnóstico visual. Já a medição de inclinação pode ser executada utilizando uma régua de nível digital ou inclinómetro, para verificação em áreas de reduzida dimensão, ou um nível a laser, para áreas de maior extensão.

Relativamente aos métodos elétricos, nomeadamente as correntes induzidas, o modo de funcionamento resume-se a fazer percorrer uma corrente elétrica alternada através da bobina, que vai criar um campo magnético primário que, por sua vez, vai induzir uma corrente elétrica numa qualquer peça condutora que seja colocada na sua vizinhança. Em resposta, a corrente elétrica induzida na peça vai criar um campo magnético (secundário), que contraria o campo magnético primário e induz uma corrente elétrica na bobina. A aplicabilidade deste método inclui a deteção de defeitos, como fissuras, ou corrosão, variações dimensionais e a medição de espessura de camadas protetoras.

Quanto aos métodos termo-higrométricos, a avaliação da temperatura e humidade é feita através da monitorização da temperatura e da humidade através de termo-higrómetros digitais que recolhem a informação necessária, permitindo detetar alterações ao nível do isolamento térmico, alterações dos valores da humidade relativa no interior e a concentração de humidade em determinadas zonas, com o fim último de avaliar a possibilidade de ocorrência de condensações [73].

A termografia é um dos métodos não destrutivos mais eficazes e económicos de inspeção in situ, apresentando ainda a vantagem de executar análises por áreas em vez de pontos ou linhas. Esta tecnologia baseia-se no fato dos objetos e materiais com uma temperatura acima do zero absoluto (-273.ºC) emitirem radiação de calor ou radiação infravermelha. A intensidade de radiação depende da temperatura do objeto e da sua capacidade para radiar calor [73].

Por último, a inspeção através de ultrassons consiste na transmissão de ondas acústicas ou sonoras de elevada frequência (entre 1 e 25 MHz) no material onde se pretende realizar o ensaio e posterior receção das ondas refletidas [73]. Com a utilização de frequências altas obtêm-se resultados com grande detalhe, mas o campo de leitura (ou profundidade) é muito limitado. O inverso passa-se também para as frequências baixas, tal como se pode constatar na tabela 7, “Limitações induzidas pela frequência emitida pelo equipamento” adaptado de Fernandes, F. [74]. Este método permite a determinação da espessura dos elementos e de fenómenos de corrosão.

Tabela 7. Limitações induzidas pela frequência emitida pelo equipamento [74]

Frequência (MHz)	Comprimento de onda (cm)	Profundidade (cm)
100	300	75
250	120	30
500	60	15
900	33,3	8,3
1000	30	7,5
1500	20	5
2000	15	3,8

Na tabela 8 são descritas as soluções de reabilitação para as várias anomalias estudadas.

Tabela 8. Soluções de reabilitação para as anomalias estudadas [75, 76]

Tipo de anomalia	Soluções de reabilitação
Descolamento/ Destacamento	Remoção dos ladrilhos, correção do suporte, nova colagem com cola adequada e com a técnica dupla colagem, execução de juntas de movimento adequadas e preenchimento das mesmas com material apropriado. Na maior parte dos casos não é possível recolocar os ladrilhos por estes não caberem no espaço que anteriormente ocupavam.
Fissuração/ Fendilhação	Correção das possíveis causas de fissuração, substituição das peças fissuradas, execução de juntas de esquartelamento.
Enodoamento	Limpeza, substituição das peças danificadas.
Riscagem ou desgaste do vidrado dos ladrilhos	Substituição dos elementos danificados; aplicação de novo e adequado revestimento cerâmico.
Alteração estética	Substituição dos elementos danificados; aplicação de novo e adequado revestimento cerâmico.
Eflorescências/ Cripto eflorescências	Lavagem e escovagem com água ou solução ácida, correção das fissuras/ destacamentos ou zonas de infiltração, aplicação de agente hidrófugo.
Esmagamento dos bordos	Remoção das peças degradadas, execução de juntas de esquartelamento para minimizar a compressão na zona das juntas, aplicação de novos elementos cerâmicos.

Na reabilitação de revestimentos cerâmicos, existe uma série de regras que devem ser cumpridas no desenvolvimento dos trabalhos de reabilitação, tais como:

- Só se deve iniciar a reposição dos ladrilhos depois do suporte e a camada de assentamento serem tratados e, quando possível, após a eliminação das causas das patologias. Se isso não acontecer, devem ser tomadas as necessárias precauções para que o sistema de revestimento não venha a ser atingido por esses defeitos ou tenha capacidade para lhes resistir;
- A reposição de ladrilhos deve ser feita por zonas bem definidas, em formato retangular;
- As zonas reabilitadas devem ser delimitadas por juntas de esquartelamento com preenchimento impermeável e pouco rígido;
- A reutilização de ladrilhos prevê a sua limpeza prévia e integral, removendo todos os vestígios de produtos de colagem ou refechamento de juntas;
- O suporte ou camada de assentamento devem estar isentos de quaisquer produtos de colagem, poeiras ou outro tipo de resíduos resultantes do descollamento dos ladrilhos ou da sua exposição às condições climáticas, antes da reabilitação;

- O aspeto final da zona reabilitada deve ser o mais semelhante possível ao das zonas confinantes, o que constitui um objetivo sempre difícil de atingir, quer pela coloração dos ladrilhos, quer pelo aspeto da junta;
- Deve ser dada especial atenção à planeza do novo revestimento e ao seu alinhamento com a face da parede ou pavimento, uma vez que os novos ladrilhos ficam frequentemente mais salientes, devido às irregularidades do suporte e à dificuldade de colocação.

5. Controlo de Qualidade

No presente capítulo serão criadas diretrizes de uma metodologia de controlo de qualidade para a aplicação de revestimentos cerâmicos em contexto de obra, na qual se abordará aspetos relacionados com os procedimentos de aplicação, os equipamentos e produtos de construção, a segurança e saúde no trabalho, e também questões como a gestão ambiental em contexto de obra, gestão de não conformidades e gestão documental.

5.1. Controlo de Qualidade em contexto de obra

Descritos os tipos e componentes de revestimentos cerâmicos que existem e analisadas as correspondentes anomalias, propõem-se diretrizes para o desenvolvimento de uma metodologia de controlo de qualidade em obra para a aplicação de revestimentos cerâmicos colados, em termos de monitorização e verificações do processo construtivo. O controlo de qualidade irá garantir uma metodologia recomendável para este tipo de revestimentos, por forma a garantir a otimização da aplicação em contexto de obra, manutenção e utilização do sistema de revestimento ao longo do tempo útil previsto, garantindo a conformidade com os requisitos legais e normativos aplicáveis.

A proposta de uma metodologia de controlo de qualidade apresentada define as áreas essenciais que se tornam relevantes no âmbito do sistema de revestimento cerâmico e indica requisitos fundamentais para a aplicação de revestimentos cerâmicos, que devem ser controlados através de procedimentos e instruções bem definidos, como fichas de inspeção e ensaios dos produtos da construção utilizados, dos equipamentos e dos métodos construtivos.

Os aspetos que são alvo de estudo no desenvolvimento deste trabalho são requisitos de aplicação, utilização e armazenamento de revestimentos cerâmicos, nomeadamente os métodos construtivos utilizados, ou os equipamentos e produtos da construção que estão presentes ao longo de todo o processo. Assim, o objetivo desta proposta será garantir as condições de segurança e saúde do trabalho em contexto de obra, uma gestão ambiental eficaz na obra, como o tratamento de Resíduos de Construção e Demolição (RCD's), uma gestão de não conformidades e o registo de documentos, estabelecendo os pontos de metodologia de controlo de qualidade que serão monitorizados, ao longo do tempo de vida útil previsto, incidindo-se principalmente na fase de construção e conseqüente aplicação.

Tem-se vindo a verificar a procura de um conjunto de estratégias para o cumprimento de metas ambientais dos produtos [77] incluindo o processo de produção e serviço ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração de matérias prima, da produção do material, da utilização, reciclagem ou eliminação. Essa estratégia permite o diagnóstico de eventuais necessidades de intervenção em edifícios construídos, garantindo a sustentabilidade dos produtos cerâmicos.

É importante que qualquer situação que divirja dos contextos de obra descritos seja alvo de uma análise específica e que todas as instruções particulares dadas pelos fabricantes de cada material sejam cumpridas rigorosamente em todas as circunstâncias.

Em termos de legislação aplicável, o controlo de qualidade em contexto de obra é decretado pelo Regulamento (UE) N° 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de março de 2011 [44], que estabelece condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção, anteriormente referido, e determina que os requisitos básicos da construção são os seguintes:

- Resistência mecânica e estabilidade;
- Segurança contra incêndio;
- Higiene, saúde e ambiente;
- Segurança e acessibilidade na utilização;
- Proteção contra ruído;
- Economia de energia e isolamento térmico;
- Utilização sustentável dos recursos naturais.

Na análise dos requisitos definidos verifica-se a necessidade de garantir que uma metodologia de controlo de qualidade seja determinada, identificando e desenvolvendo os procedimentos adequados, para uma otimização de todo o processo envolvente à aplicação de revestimentos cerâmicos.

5.2. Diretrizes para a aplicação de revestimentos cerâmicos

Os métodos construtivos podem ser decompostos num conjunto de atividades específicas que devem garantir os parâmetros de qualidade de cada método de aplicação dos materiais cerâmicos. Para a aplicação de revestimentos cerâmicos devem ser considerados os procedimentos definidos de seguida, que garantem que as exigências de eficiência e qualidade são cumpridas, de acordo com os requisitos técnicos específicos.

Nas tabelas seguintes, de 9 a 17, dividiram-se as diferentes atividades e os procedimentos associados em cinco espaços temporais:

- Antes do início da obra;
- Receção dos materiais/equipamentos;
- Preparação para a aplicação;
- Aplicação;
- Após a aplicação do revestimento.

i) Antes do início da obra

Tabela 9. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, antes do início da obra

Atividade	Procedimento
Elaboração do projeto	<p>Verificar a documentação e respetiva legislação por forma a cumprir as regras de segurança. Essa documentação contempla o projeto e os seus elementos constituintes; os documentos da empresa, nomeadamente o alvará de construção adequado aos trabalhos a realizar, registo de seguros de acidentes de trabalho e responsabilidade civil, entre outros; os documentos dos trabalhadores, onde se salienta a qualificação profissional para a função que vão desempenhar. Todos os documentos devem ser atualizados ao longo da realização dos trabalhos e preservados à disposição da fiscalização [78].</p> <p>Em todas as obras é necessário ter em conta os requisitos de segurança e saúde do trabalho, ambientais e técnicos.</p> <p>Verificar se o projeto contém as descrições dos métodos construtivos, dos materiais utilizados, das quantidades e dimensões das peças, e do dimensionamento das juntas.</p>
Gestão da segurança dos trabalhadores	Garantir a implementação das medidas preventivas necessárias tendo em conta as necessidades da obra, nomeadamente a segurança dos trabalhadores através da utilização dos equipamentos de proteção coletiva (EPC's) e individual (EPI's) [80].
Seleção de mão-de-obra qualificada	A aplicação de revestimentos cerâmicos deve ser feita por profissionais qualificados e com formação para executar o trabalho na perfeição.
Definição de pavimentos/ revestimentos descritos em projeto	<p>Verificar se o material cerâmico e o respetivo acabamento escolhido garantem a segurança do local para os utilizadores finais.</p> <p>No caso de pavimentos deve considerar-se o ambiente em que está inserido. Em algumas situações não é aconselhável um revestimento cerâmico com acabamento polido, pelo que o acabamento natural garante um melhor comportamento com a presença de água ou em condições adversas. No mercado também estão disponíveis acabamentos antiderrapantes para zonas de grande risco de escorregamento [32].</p>
Definição do material de assentamento/ juntas descritos em projeto	Garantir que o produto de colagem é adequado para o suporte previsto. Este produto varia conforme a localização da parede ou pavimento, do tipo de suporte e do tipo de peças selecionadas (tabela 10). Considerar um produto hidrófugo ou adicionar o mesmo à mistura dos produtos de betumação de juntas caso se localize numa zona húmida [41].

Tabela 10. Adaptado da tabela da escolha de colas pré-fabricadas para assentamento de revestimentos cerâmicos, Tabela Weber [41]

	Suporte	Peças	
		Absorção de água	Formato
Paredes interiores	Reboco	Média alta	60x30 a 100x100
		Todas	60x30 a 100x100
	Gesso/Gesso Cartonado	Todas	30x30 a 120x60
	Cerâmica	Todas	30x30 a 120x60
	Madeira	Todas	30x30 a 120x60
Pavimentos interiores	Betonilha	Média alta	60x30 a 100x100
		Todas	60x30 a 100x100
	Cerâmica	Todas	60x60 a 120x60
	Madeira	Todas	30x30 a 120x60
Paredes exteriores	Reboco/ Betão	Todas	30x15 a 60x60
	Isolamento térmico pelo exterior	Todas	30x30 a 60x60
Pavimentos exteriores	Betonilha	Todas	30x30 a 100x100
	Cerâmica	Todas	60x60 a 120x60

De forma a garantir que a escolha da **cola de assentamento** é a adequada deve-se consultar os documentos da fábrica em que consideram o local de aplicação dos revestimentos cerâmicos, o suporte em que vai ser aplicado, a absorção de água dos ladrilhos cerâmicos e o formato das peças. Após a verificação da adequabilidade da cola consulta-se a ficha técnica da mesma que contém a composição, diretrizes de aplicação, nomeadamente, tempo de repouso após amassado, tempo de vida do amassado, tempo aberto, ensaios, conservação e consumo. Exemplo do consumo de uma cola pré-fabricada é descrita na tabela 11:

Tabela 11. Consumo de uma cola pré-fabricada

Talocha denteada	Colagem simples	Colagem dupla
penete 6 mm	5 kg/m ² *	6 kg/m ² *
penete 9 mm	6 kg/m ² *	7 kg/m ² *

*Valores do consumo variam consoante a cola pretendida

ii) Receção dos materiais/equipamentos

Tabela 12. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, na receção dos materiais e equipamentos

Atividade	Procedimento
Receção de produtos solicitados certificados	<p>Utilizar produtos certificados e homologados, ou exigir aos fabricantes processos de controlo e verificações, como são o caso de laboratórios acreditados.</p> <p>Verificar que todos os produtos que serão aplicados em obra têm Marcação CE de acordo com as especificações técnicas aplicáveis [53].</p> <p>Verificar se os produtos rececionados e as suas quantidades são o indicado no Caderno de Encargos.</p> <p>Devem ser devolvidos todos os materiais que não se encontrem conforme as especificações solicitadas, nomeadamente na existência de fendas ou orifícios, saliências, empenamentos, variações dimensionais, variações de tonalidade, datas de validade expiradas, entre outros.</p>
Receção de peças cerâmicas	Certificar que as caixas têm todas a mesma designação, modelo, dimensão (embora sejam aceites tolerâncias dimensionais e de planeza) acabamento, lote, nomeadamente se são todas do mesmo calibre e tonalidade.
Receção de materiais de assentamento e de betumação de juntas	Verificar o produto, a integridade física da embalagem, a rotulagem, bem como a data de validade da mesma. É preciso ter em atenção aos tempos de abertura das embalagens para que o material não se estrague.
Armazenamento	Armazenar todos os materiais em local coberto e pouco húmido . Na impossibilidade, tapar e nunca retirar das embalagens originais.
Estado de funcionamento dos equipamentos de trabalho e dos equipamentos de proteção dos trabalhadores	Confirmar o estado de funcionamento e integridade física dos equipamentos de trabalho e dos equipamentos de proteção dos trabalhadores. Estes equipamentos podem ser: certificados pelo IPQ [1]; certificado emitido por um organismo notificado; ter um certificado de calibração emitido por laboratório acreditado [79].

iii) Preparação para a aplicação

Tabela 13. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, na preparação para a aplicação

Atividade	Procedimento
Preparação do suporte	<p>Garantir que a área de trabalho é previamente limpa, removendo todos os resíduos (gorduras, óleos, partículas em suspensão produtos não compatíveis com a cola a aplicar) que comprometam o desempenho e aderência da camada de nivelamento e colagem.</p> <p>Nos casos de grande impregnação utilizar lavagem com água sob pressão ou jacto de areia. Na remoção de gorduras e óleos, escovar aplicando soluções alcalinas ou ácidas, lavando de seguida com água pura.</p> <p>Garantir que a base tem rugosidade suficiente para permitir a aderência entre o suporte e as restantes camadas.</p> <p>No caso de superfícies de paredes muito lisas ou pouco absorventes é aconselhável a aplicação de uma argamassa de chapisco, de forma a melhorar as condições de aderência, criando uma rugosidade aceitável e regularizando a capacidade de absorção inicial da base [33].</p> <p>Na aplicação sobre um pavimento existente utilizar colas apropriadas, pré-doseadas em fábrica por forma a otimizar a aderência [41].</p> <p>Garantir a planeza do suporte, ou seja, uma nivelção perfeita, apresentando-se coesa, alinhada em todas as direções e sem fissuras ou substâncias soltas.</p> <p>O desvio máximo de planeza deve ser de 3 mm em relação a uma régua de 2 m de comprimento [41].</p>
Preparação das camadas do sistema de revestimento	Evitar o excesso de pó quer na colocação de qualquer camada de revestimento de paredes ou pavimento quer antes da finalização de todas as tarefas que o completam (evitando a acumulação de excesso de pó nas zonas para betumação das juntas).
Preparação da camada de assentamento	Verificar as embalagens das colas pré-fabricadas de forma a identificar a tipologia das colas, instruções de aplicação e as suas propriedades (tabela 11).
Definição de juntas	Definir com exatidão a largura das juntas do revestimento, tendo em consideração as instruções fornecidas pelos fabricantes e a dimensão dos panos de revestimento ou pavimento a revestir, minimizando o número de juntas e conseqüente redução de número de corte nas peças. Caso haja juntas na horizontal e vertical, certificar o alinhamento entre as mesmas [42].
Ensaio em obra de material para juntas	Betumar uma junta por forma a verificar se o material de juntas de cor escura mancha as placas de revestimento [41].

Atividade	Procedimento
Disponibilidade de materiais e produtos auxiliares	Antes de realizar uma tarefa, verificar se todos os materiais, equipamentos e ferramentas estão disponíveis em obra e se as quantidades estão corretas, por forma a otimizar o tempo durante a execução do trabalho. Para revestimentos cerâmicos é necessário considerar cerca de 5 a 10 % para desperdício (reservado para corte, quebras ou possíveis substituições de peças cerâmicas...); no caso de grandes quantidades o material pode chegar à obra de forma faseada mas é necessário prever uma planificação específica [32].
Condições de aplicação do sistema de revestimento	No caso de condições atmosféricas extremas , verificar se todas as atividades podem ser realizadas ou se é necessário a sua adaptação. Ter em consideração as temperaturas extremas, níveis de humidades elevados, ventos agressivos, presença de água/gelo e na incidência de raios solares.
Condições do suporte de revestimento	Humedecer levemente a superfície da base antes da colocação das peças de revestimentos em dias muito quentes ou com vento.

Tabela 14. Propriedades das colas a ter em conta na aplicação em obra [25]

Designações	Definições
Tempo de vida útil	Tempo de armazém durante o qual uma argamassa mantém as suas propriedades
Tempo de repouso	Intervalo de tempo necessário desde a preparação até ao uso
Tempo de vida	Máximo intervalo de tempo até ao uso
Tempo aberto	Máximo intervalo de tempo para acabamento desde a aplicação
Tempo de presa	Intervalo de tempo a partir do fabrico das argamassas até começar a endurecer
Tempo de endurecimento	Tempo necessário para que a argamassa desenvolva a sua resistência

iv) Aplicação

Tabela 15. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, na aplicação

Atividade	Procedimento
Fiscalização	Garantir que todos os procedimentos em obra são fiscalizados por forma a minimizar erros e que todas as especificações estão a ser cumpridas conforme o discriminado no Caderno de Encargos e conforme as “boas práticas” de execução deste trabalho.
Aplicação de material de assentamento e betumação de juntas	Respeitar as diretrizes dos fabricantes para a dosagem da mistura de preparação destes produtos, os tempos de espera de colocação dos materiais e qualquer instrução respetiva à otimização da aplicação. Verificar que os materiais de assentamento e de betumação de juntas são adequados para o produto cerâmico a aplicar.

Atividade	Procedimento
Aplicação do material de assentamento	Verificar as especificações do fabricante relativamente ao estado do suporte para a aplicação de cada camada. Por exemplo, no caso de argamassas o suporte geralmente deve ser previamente molhado [41].
	Preparar a mistura do material de assentamento, adicionando a quantidade de água, conforme as indicações dadas pelo fabricante até que a mistura fique homogênea. A preparação pode ser realizada manualmente ou através de um misturador mecânico [41].
	Espalhar sobre o suporte a cola de assentamento com uma talocha denteada no local de aplicação, comprimindo-a contra a parede num ângulo de 45° – aplicação parcial à medida que o trabalho vai avançando. Verificar se é necessário realizar o método da dupla colagem, em que o material de assentamento não se coloca apenas no suporte mas também no tardoz da peça a aplicar. A utilização desta metodologia pode depender da dimensão das peças cerâmicas, da sua localização, ou de condições ambientais adversas [47].
Aplicação de peças cerâmicas	Garantir que uma peça cerâmica é colocada apenas num tipo de suporte, pois cada tipo de suporte pode ter comportamentos distintos que levam à rotura/destacamento da peça.
	Para o seu perfeito alinhamento utilizar ripas horizontais e verticais sobre as primeiras linhas de revestimentos para servir de alinhamento para as restantes fiadas. Em alternativa as placas de revestimento podem ser colocadas com auxílio de uma linha de nylon por forma a minimizar desvios dimensionais e servindo de referência para as demais fiadas. Em paredes a colocação das peças deve ser feita fiada a fiada, de baixo para cima.
	O tardoz das peças cerâmicas deve estar limpo e isento de contaminantes.
	Pressionar a peça cerâmica no local onde a cola foi aplicada, de forma que os cordões de cola sejam totalmente esmagados, garantindo o contato com todo o tardoz da peça e no alinhamento das ripas horizontais e verticais pré-estabelecidas [41].
Utilização de cruzetas	Para a colocação das placas de revestimento ficarem sempre espaçadas com a mesma distância utilizar cruzetas. As cruzetas devem ser retiradas antes da secagem completa do material de assentamento [39].

Atividade	Procedimento
Colagem das peças cerâmicas	<p>Verificar se pelo menos 85 % da superfície da peça cerâmica está colada ao suporte. Periodicamente retira-se uma peça para ser possível a verificação do seu tardo (teste de aderência).</p> <p>Para verificar que a colagem não tem espaços vazios bate-se com um martelo de borracha e se o som for oco retira-se a placa, procedendo-se a nova colagem.</p>
Aplicação de material de betumação de juntas	<p>Garantir que a dimensão das juntas é cumprida de acordo com a indicação do fabricante. Considerar as juntas de assentamento de revestimento mas também as definidas em projeto, juntas estruturais, juntas periféricas e juntas de esquadramento.</p> <p>Como se verifica na tabela 16: dimensionamento do consumo das juntas de betumação na aplicação de revestimentos, dependendo da dimensão das peças cerâmicas e da largura de junta.</p> <p>Aplicar o material de preenchimento de juntas 24 horas depois da colagem dos revestimentos cerâmicos.</p> <p>Deve-se aplicar o material por forma a penetrar todo o espaçamento das juntas pretendido com auxílio de um rodo de borracha [41].</p>
Aplicação de materiais cerâmicos polidos	Aplicação de um produto impermeabilizante na utilização de materiais cerâmicos polidos, após a aplicação do material e antes da betumação das peças, com o objetivo de selar os microporos não visível à vista natural.

Tabela 16. Dimensionamento do consumo das juntas de betumação na aplicação de revestimentos, dependendo da dimensão das peças cerâmicas e da largura de junta, Tabela Weber 2015-2016 [41]

Formato das peças (mm)	Largura das juntas													
	Pavimentos (kg/m²) 10 mm espessura							Revestimentos (kg/m²) 8 mm espessura						
	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm
2,5x2,5*	1,20	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
10x10	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,56	3,20	0,51	0,77	1,20	1,28	1,54	2,05	2,56
15x15	0,43	0,64	0,85	1,07	1,28	1,71	2,13	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,37	1,71
20x20	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,28	1,60	0,26	0,38	0,51	0,64	0,77	1,02	1,28
33x33	0,19	0,29	0,39	0,48	0,58	0,78	0,97	0,16	0,23	0,31	0,39	0,47	0,62	0,78
30x50	0,17	0,26	0,34	0,43	0,51	0,68	0,85	0,14	0,20	0,27	0,34	0,41	0,55	0,68
30x60	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,64	0,80	0,13	0,19	0,26	0,32	0,38	0,51	0,64
45x45	0,14	0,21	0,28	0,36	0,43	0,57	0,71	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,46	0,57
50x50	0,13	0,19	0,26	0,32	0,38	0,51	0,64	0,10	0,15	0,20	0,26	0,31	0,41	0,51
60x60	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,43	0,53	0,09	0,13	0,17	0,21	0,26	0,34	0,43
45x90	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,43	0,53	0,09	0,13	0,17	0,21	0,26	0,34	0,43

* Considerando uma espessura de 5 mm

v) Após a aplicação do revestimento (Manutenção e prevenção)

Tabela 17. Atividades representantes dos métodos construtivos e procedimentos associados, após a aplicação do revestimento

Atividade	Procedimento/ Tarefa
Remoção de material de juntas	Certificar que o excesso de material de preenchimento de juntas foi retirado enquanto está fresco com uma esponja húmida.
Limpeza	Para minimizar a aderência de sujidade e para a limpeza de eventuais resíduos deixados pelo cimento cola e material de betumação de juntas é aconselhável a limpeza com água em abundância, em casos de sujidade de difícil remoção utilizar um desincrustante ácido . Antes da sua aplicação executar um ensaio com 24 horas de antecedência por forma a verificar o comportamento face aos produtos aplicados.
Cura	É aconselhável um período de cura de cerca de aproximadamente 15 dias para as reações físicas e químicas dos reagentes, pelo que se recomenda a utilização do espaço apenas após este período.
Manutenção e prevenção	Aplicar um pano húmido com detergente de base neutra.

Desta forma pode resumir-se as fases distintas de um procedimento para aplicação de revestimentos cerâmicos na figura 26:

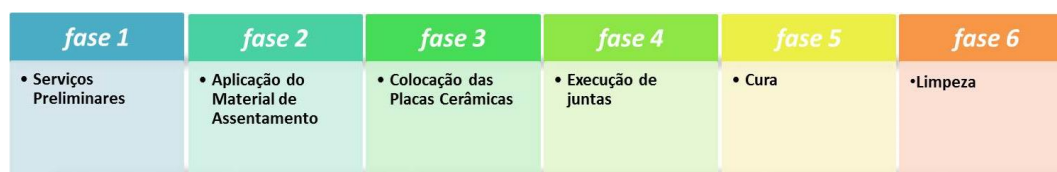


Figura 26. Procedimentos para a aplicação de revestimentos cerâmicos

Em cada uma das fases 2, 3 e 4 são realizados ensaios de forma a verificar a adequabilidade dos produtos e metodologia utilizada, nomeadamente a verificação da aderência das peças de revestimento cerâmico, e o ensaio de juntas, de modo a verificar se a sua colocação não mancha os ladrilhos colocados.

5.3. Equipamentos e produtos de construção

5.3.1. Equipamentos de trabalho

Os equipamentos, ferramentas e acessórios específicos de trabalho utilizados dependem da função que vão desempenhar, do local onde vão ser colocados, do tamanho e peso próprio e da dimensão da obra. São equipamentos que podem ser manuais ou elétricos e devem ser sempre manuseados por trabalhadores qualificados.

Para a verificação de todos os equipamentos é recomendável o preenchimento do “Verificação dos equipamentos de estaleiro”, no anexo I, ou uma ficha de verificação similar, onde as características de cada equipamento são apontadas aquando da receção dos equipamentos ao estaleiro por forma a garantir a conformidade dos equipamentos aquando da aplicação dos revestimentos cerâmicos [80, 81]. Desta forma, antes da entrada de qualquer equipamento no estaleiro, verifica-se se cada um cumpre a normalização e legislação aplicável, bem como a regularização dos certificados e inspeções necessárias. O Decreto-Lei 50/2005, de 25 de Fevereiro [82] “regula as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de trabalho”.

Os equipamentos de trabalho utilizados em obra para auxiliar a aplicação de revestimentos cerâmicos são essencialmente [79]:

- a) Andaimos: permitem a aplicação de revestimentos em altura, como é o caso de fachadas e devem ser dimensionados de modo a suportar todas as cargas a que estará sujeito. Este equipamento também tem de ter guarda corpos;
- b) Equipamentos de corte e furação: Os equipamentos de corte e furação podem possuir o elemento de corte diamantado que é aconselhado na manipulação das placas retificadas e dos produtos porcelânicos. Estes equipamentos devem ser específicos e refrigerados com água;
- c) Equipamento de preparação de misturas: permite obter uma mistura homogénea.
- d) Colher de pedreiro, espátula para manipular as misturas e possibilitar uma primeira abordagem no espalhamento do material;
- e) Talocha denteada: para a colocação da camada de assentamento, permitindo o espalhamento do material de assentamento de forma uniforme e uma maior aderência às peças cerâmicas;
- f) Martelo de borracha: permite pressionar as placas cerâmicas e verificar se todas as peças estão corretamente coladas ao suporte;
- g) Espaçadores – Cruzetas/ T/ cunhas: permitem o espaçamento uniforme das juntas do revestimento e o alinhamento das placas cerâmicas, colocando-se entre peças adjacentes;

- h) Fitas de nylon ou ripas de madeira: possibilitam o alinhamento da primeira fiada de placas de revestimento;
- i) Perfis que permitem a ligação de duas zonas desniveladas, o aperfeiçoamento de extremidades de paredes (como e o caso do encontro de duas paredes ortogonais), que garantem o preenchimento das juntas de construção de forma eficaz;
- j) Régua de nível, esquadro, fita métrica.

No anexo II apresenta-se a “Lista de produtos de construção, acessórios e equipamentos com perigos associados”, onde cada substancia é identificada, definidos os seus requisitos e as medidas preventivas associadas.

A verificação do estado de utilização de todo este material tem de ser realizado periodicamente e têm de ser previstas manutenções frequentes. Para esse controlo ser monitorizado é aconselhável que seja preenchido o “Controlo geral dos equipamentos de estaleiro”, no anexo III, ou uma ficha de verificação similar, onde o equipamento é identificado, as inspeções são datadas e apontadas as suas não conformidades e onde é possível certificar se todas as retificações já foram realizadas.

5.3.2. Materiais

Cada material é escolhido consoante o local em que vai ser aplicado e a função que tem de desempenhar.

Os materiais para aplicação de revestimentos cerâmicos são:

- a) Materiais de revestimento: azulejo, produtos de barro vermelho, grés cerâmico, grés porcelânico;
- b) Materiais de assentamento: argamassas tradicional, cimento-cola, colas em dispersão aquosa, colas de resinas de reação;
- c) Materiais de betumação de juntas;
- d) Água livre de impurezas.

Todos estes materiais têm de ser guardados em locais secos e protegidos das agressões ambientais.

Na receção de revestimentos cerâmicos é necessário ter em conta a designação do produto, dimensão e lote (calibre e tonalidade). Relativamente aos materiais de assentamento e de preenchimento de juntas também é recomendável verificar a designação mas também o prazo de validade, as condições de armazenamento, as instruções e cuidados necessários para a aplicação, a quantidade de água de amassamento e o tempo de repouso.

A **Marcação CE** permite que um fabricante garanta que um produto está em conformidade com as exigências descritas nas diretivas da legislação europeia e da normalização europeia harmonizada, de forma a poderem circular livremente nos países da Comunidade Europeia.

Esta Marcação CE tem de ser aplicada em todos os produtos ou materiais de construção, que sejam integrados em obras de construção [53].

5.4. Gestão de segurança e saúde do trabalho

5.4.1. Condições de segurança em obra

A gestão da segurança e saúde do trabalho é de extrema importância, pois, quando aplicada, propicia um ambiente benéfico à saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores, contribuindo para a produtividade.

Uma otimização do planeamento de segurança e saúde no trabalho minimiza falhas humanas e/ou falhas materiais que dão origem à ocorrência de acidentes.

Em todas as fases de um projeto de construção existem riscos ou perigos que têm de ser alertados, que apontam para uma necessidade contínua de prevenção e controlo. Os riscos podem estar associados a quedas de material, riscos relacionados com as máquinas de construção, instabilidade de solos, ou mesmo riscos agregados à higiene, às posturas incorretas (nomeadamente posturas forçadas e esforços físicos intensos ou repetitivos) e à saúde (riscos físicos, provocados pelo ruído, vibrações, temperaturas extremas, condições meteorológicas, poeiras; ou riscos químicos e biológicos).

Uma das situações em que, recorrentemente ocorrem acidentes de trabalho é no manuseamento das máquinas ou equipamentos de construção, tanto a nível de problemas técnicos, como devido à inexperiência ou qualificação reduzida do trabalhador em questão, procedimentos desadequados para a função que pretendem realizar, ou à configuração do local de trabalho. Neste âmbito, a adoção de medidas de prevenção e controlo torna-se fundamental para a segurança dos trabalhadores, nomeadamente a existência de vias de circulação para evitar a circulação dos trabalhadores junto dos equipamentos móveis, ou a existência de dispositivos adicionais para os equipamentos em caso de visibilidade direta reduzida [79].

No sentido de reduzir acidentes de trabalho e a ocorrência de doenças profissionais, o dono de obra, os empregadores e os trabalhadores devem ter sempre uma mentalidade preventiva.

A elaboração de um Plano de Segurança e Saúde (PSS) permite a eliminação ou redução de alguns perigos na sua origem e concebendo um ambiente seguro de trabalho segundo as normas regulamentares do Ministério do Trabalho e Emprego.

Desta forma, os donos de obra ou empregadores devem implementar as medidas de segurança através das normas regulamentares e os trabalhadores devem ter conhecimento das leis que foram elaboradas para proteger os seus direitos.

A norma que regulamenta as condições de segurança e de saúde no trabalho de estaleiros temporários ou móveis é o Decreto-Lei 273/2003, de 29 de Outubro [81], que pretende minimizar os riscos profissionais no sector da construção civil.

5.4.2. Prevenção e controlo

De forma a minimizar os riscos anteriormente referidos, e conseqüentemente os acidentes de trabalho aconselha-se à implementação de medidas preventivas e de controlo que consistem [80]:

- Verificação do estado de segurança e manutenção dos equipamentos;
- Verificação das fichas de segurança dos agentes químicos e forma que deve ser controlada;
- Aplicar medidas de proteção coletiva, nomeadamente através dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's);
- Distribuir Equipamentos de Proteção Individual (EPI's);
- Verificar se a formação de cada colaborador é adequada à função que desempenham;
- Disponibilizar a todos os trabalhadores toda a informação referente a segurança e saúde no trabalho, nomeadamente registos, checklists, Planos Específicos de Segurança (PES), que seja necessário preencher ou verificar.

Relativamente aos equipamentos de proteção coletiva e individual, estes têm de respeitar as normas de proteção e segurança, minimizando ou impedindo doenças profissionais ou acidentes de trabalho.

Deve haver registo de todos os equipamentos de proteção existentes em obra e estes devem ser controlados periodicamente de forma a possibilitar um íntegro funcionamento dos mesmos, sendo controlados pelos técnicos de Segurança e Higiene do Trabalho.

Os equipamentos de proteção individual são específicos para cada trabalhador, em função da atividade que irão realizar, e têm de possuir um Certificado emitido pelo Ministério do Trabalho e do Emprego e serem documentados legalmente.

i. Equipamentos de proteção coletiva (EPC's)

Os equipamentos de proteção coletiva consistem em equipamentos, sistemas ou meios que promovem a proteção coletiva, nomeadamente a integridade física e saúde de todos os trabalhadores

e de terceiros no ambiente de trabalho. Estas condições de proteção coletiva devem ser asseguradas pelo dono de obra [80].

- Proteção contra o incêndio: Extintores colocados em locais estratégicos. Estes deverão possuir aprovação das entidades competentes segundo ensaios de homologação de acordo com a normalização portuguesa;
- Caixa de Primeiros socorros;
- Guarda corpos (Redes de proteção e segurança/ Andaimos): para evitar a queda dos trabalhadores ou de objetos da obra. Os andaimos devem incorporar guarda corpos e serem dimensionados para as cargas de trabalho e condições ambientais, por forma a garantir a segurança;
- Sinalização: placas, luzes, cones que permitem alertar e avisar os perigos inerentes à obra nomeadamente acessos de circulação, locais de armazenamento, buracos, desvios, risco de queda, manuseio de máquinas, entre outros;
- Tapumes: limitam o acesso das zonas aos trabalhadores.

ii. Equipamentos de proteção individual (EPI's)

Para complementar os meios de proteção coletiva ou na impossibilidade da aplicação dos mesmos, é necessário a consideração de equipamentos de proteção individual. Estes protegem o trabalhador dos riscos inerentes às obras e garantem a segurança e saúde dos mesmos, tendo em consideração os riscos que os trabalhadores estão expostos e as condições de trabalho (têm em conta a localização, as condições atmosféricas, a dimensão da obra, entre outros).

Os equipamentos de proteção individual são específicos para cada trabalhador, consoante a atividade que realizam em obra, e são fornecidos pelos empregadores. Além dos técnicos de Segurança e Higiene do Trabalho, o dono de obra também deve fiscalizar a sua correta utilização. Cada funcionário deverá ser instruído sobre quais os equipamentos obrigatórios para a função que irá desempenhar, bem como sobre a manutenção dos equipamentos, o seu uso, conservação e higienização.

No âmbito deste trabalho os EPI's essenciais para as atividades em curso são [80]:

- Capacete de proteção rígido com armação interna;
- Óculos de proteção: devido a ações mecânicas, óticas, químicas e térmicas;
- Auriculares ou acessórios de inserção no canal auditivo: para níveis sonoros elevados (previsto no Decreto-Lei 182/2006, de 6 de Setembro [83], que adota “prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído”;
- Luvas: para o manuseamento de produtos agressivos;
- Sapatos ou botas de biqueira de aço: para evitar a perfuração ou esmagamento dos membros inferiores e o contacto com corrente elétrica;

- Vestuário adequado: sempre que as condições atmosféricas o justificarem é necessário a utilização de fatos de proteção e/ou com bandas refletoras;
- Cinto ou arnês de segurança: permite o suporte do corpo do funcionário para trabalhos em altura, complementado, desta forma, os equipamentos de proteção coletiva.

5.5. Gestão ambiental da obra

A gestão ambiental de uma obra de construção civil consiste num conjunto de medidas com vista a minimizar o impacto ambiental, para que haja um melhor aproveitamento dos recursos materiais e energéticos [84]. Consequentemente, é possível a aplicação de medidas preventivas que minimizem a produção de resíduos, em contexto de obra, através da reciclagem e de uma maior prevenção da poluição, monitorizando os aspetos ambientais. Além da responsabilidade ambiental o sistema de gestão ambiental, associado a obras de construção civil, leva a uma redução e controlo dos custos associados.

O sistema de gestão ambiental, associado a obras de construção civil, deve ser aplicado no planeamento do projeto, preparação da obra, na fase de construção, manutenção, funcionamento, e exploração, nomeadamente no fim de ciclo de vida de cada material, onde deve ser feito o seu encaminhamento (reciclagem, novo uso ou descarte adequado). No entanto, de forma a minimizar eventuais resíduos sólidos inutilizados, é aconselhável que sejam utilizados em obra materiais que venham finalizados e que seja apenas necessário a sua aplicação em obra. A legislação define diretrizes, critérios, e procedimentos ecológicos e sustentáveis em todas as fases, variando consoante a especialidade, dimensão da obra, e duração das atividades [85].

É importante que haja uma estrutura de acompanhamento e gestão ambiental em obra, sendo que apenas é obrigatória a definição de Planos de acompanhamento ambiental para obras de grandes dimensões, ou para obras que possuem um sistema de gestão ambiental certificado, ou caso o dono de obra queira aplicar um sistema de gestão ambiental em conformidade com as normas em vigor. A aplicação de ações de prevenção e de minimização de impactos ambientais deve ser considerada por forma a minimizar os distúrbios à população e ao ambiente [85].

Neste seguimento, quando analisamos as normas em vigor, verifica-se que é estabelecida uma melhoria contínua do desempenho ambiental, definindo requisitos e ferramentas de implementação para a minimização dos impactos ambientais, através da norma **NP EN ISO 14001:2004** [77], permitindo:

- Melhoria contínua de uma política ambiental;
- Redução de consumo de matérias-primas e de energia;
- Redução de resíduos e reutilização de recursos;
- Prevenção da poluição;

- Redução dos custos e otimização do seu controlo;
- Assegurar a conformidade e o cumprimento de requisitos legais;
- Desenvolvimento e partilha de soluções ambientais.

Por conseguinte, de forma a complementar a norma **NP EN ISO 14001:2004** [77], numa obra de construção civil é necessário a sua compatibilização com a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (ISO 9001) [56] e Segurança (OHSAS 18011) [86]. Assim, os aspetos ambientais a considerar dependem da dimensão da obra, do tipo de atividade, da ocorrência e do possível impacto para o ambiente e podem ser os seguintes:

- Emissões atmosféricas;
- Descargas no solo;
- Utilização de matérias-primas e recursos naturais;
- Utilização de energia;
- Energia emitida, como produção de calor, vibração, etc.;
- Impacto visual.

5.5.1. Resíduos de Construção e Demolição (RCD)

O Resíduo de construção e demolição (RCD), segundo o Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março, alterado pelo Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de junho [85], é o “resíduo proveniente de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações” (Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de junho, art.º 3.º, alínea gg) [85].

A constituição heterogénea dos RCD, com dimensões variadas, permite classificá-los como sendo resíduos inertes, não perigosos e perigosos, provenientes de todas as fases de construção. Segundo o Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março [85], “A gestão destes RCD é da inteira responsabilidade da entidade responsável pela gestão de resíduos urbanos, nas obras particulares. A gestão dos RCD é da responsabilidade de todos os intervenientes no seu ciclo de vida, desde o produto original até ao resíduo produzido, na medida da respetiva intervenção no mesmo, nos termos do disposto no presente decreto-lei” (art.3.º, alínea 1), mas “Exceptuam-se do disposto no número anterior os RCD produzidos em obras particulares isentas de licença e não submetidas a comunicação prévia, cuja gestão cabe à entidade responsável pela gestão de resíduos urbanos (art.º 3.º, alínea 2).

O Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março [85], que estabelece a gestão dos RCD, “compreendendo a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação” (capítulo I, art.º 1.º).

O objetivo da gestão de RCD consiste na minimização da sua produção e, se possível, na valorização destes resíduos, por via de uma metodologia orientada para a prevenção e redução das

operações de gestão de resíduos, através de medidas de prevenção e redução da produção de RCD. Deste modo, segundo o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março, art.º 10.º, alínea 3 [85] é necessário:

- A promoção da reutilização de materiais e a incorporação de reciclados de RCD na obra;
- A existência na obra de um sistema de acondicionamento adequado que permita a gestão seletiva dos RCD;
- A aplicação em obra de uma metodologia de triagem de RCD ou, nos casos em que tal não seja possível, o seu encaminhamento para operador de gestão licenciado;
- A manutenção em obra dos RCD pelo mínimo tempo possível que, no caso de resíduos perigosos, não pode ser superior a três meses.

De forma a encaminhar os RCD, de acordo com a legislação aplicável, é necessário o seu encaminhamento para um operador licenciado de Gestão de RCD, licenciado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março, art.º 10.º, alínea 6) [85]. Estes operadores podem fazer a sua receção e tratamento ou apenas serem intermediários para uma entidade que efetua o tratamento dos mesmos.

5.5.2. Outros aspetos ambientais

No controlo dos RCD também deve ser tido em conta outros aspetos ambientais entre os quais, o ruído, emissões atmosféricas, consumo de água e rejeição de águas residuais, ocupação e contaminação de solos e consumo de energia.

Neste trabalho, abordam-se seguidamente o ruído, as emissões atmosféricas e o consumo de água e rejeição de águas residuais.

Ruído

O novo quadro legal relativo a ruído ambiente consiste no Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro [87], que aprova o Regulamento Geral de Ruído (RGR) e no Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de julho [88], que transpõe a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho [89], relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. Também a Norma Portuguesa NP ISO 1996 (constituída em 2 partes) de 2011 [90] intitulada “Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente”, harmonizada com a Norma Internacional ISO 1996 “*Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise*”, estabelece os procedimentos a adotar na realização de ensaios acústicos para avaliação de exposição a níveis de ruído ambiente exterior e para avaliação da incomodidade devida ao ruído.

Os níveis de ruído dos trabalhos realizados numa obra devem ser minimizados por forma a não ultrapassarem os valores regulamentares aplicáveis, estabelecidos no Regulamento Geral do

Ruído (RGR) (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, art.º 11.º) [87]. Por conseguinte, devem ser aplicadas medidas corretivas por forma a se obter o nível de conforto acústico máximo. Os valores limite de exposição, que variam de um valor máximo de 55 dB para zonas sensíveis e um máximo de 65 dB para zonas mistas (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, art.º 11.º) [87], são condicionados por diversos fatores, tais como o tipo de obra a executar, a zona em que se situa, a duração prevista da atividade, o período horário em que será realizada a maior intensidade de ruído, etc...

Considerando o presente estudo, existem diversas atividades potencialmente ruidosas, em que é necessário controlar o ruído (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, art.º 2º) [87]:

- Utilização de equipamentos (como serras elétricas);
- Demolições;
- Circulação de veículos pesados;
- Realização de operações de carga e descarga de materiais.
- Construção, reconstrução, ampliação, alteração ou conservação de edificações;
- Equipamentos para utilização no exterior;
- Infraestruturas de transporte, veículos e tráfegos;
- Sistemas sonoros de alarme;
- Entre outros.

A prevenção pode ser feita através de planos de monitorização e a implementação de medidas minimizadoras ou preventivas de ruído em obra, em todas as suas fases, devem passar por [84]:

- Planear o trabalho de forma a minimizar a produção de ruído e a sua duração;
- Utilizar máquinas que emitam níveis de ruído reduzido;
- Implementar um plano de manutenção dos equipamentos;
- Planear os trabalhos para um período diurno, que exija a presença do menor número de trabalhadores possíveis;
- Utilizar materiais absorventes para minimizar o som refletido;
- Fornecer equipamentos de proteção individual sempre que necessário, como protetores auditivos a cada trabalhador, protegendo-os dos ruídos.

Emissões Atmosféricas

As emissões atmosféricas são um aspeto ambiental a ter em conta devido à crescente preocupação com a emissão de partículas ou poluentes gasosos. Esta emissão de partículas e gases é produzida por equipamentos, com origem em atividades como cargas e descargas de materiais, ou

trânsito de veículos. Para implementar a prevenção e controlo das emissões poluentes, foram definidos princípios, medidas e procedimentos no Decreto-Lei 78/2004, de 3 de abril, art.º 1.º) [91].

Tal como os restantes aspetos ambientais, também se aconselha a implementação de medidas de prevenção ou minimização das emissões atmosféricas, tais como:

- Utilizar equipamentos ou veículos de baixo consumo, com catalisadores, nas obras;
- Realizar manutenção preventiva aos equipamentos, utilizados nas obras;
- Utilizar barreiras de proteção do material que liberte partículas;
- Regar os pontos de passagem aquando da deposição de materiais pulverulentos;
- Não armazenar materiais pulverulentos em zonas desabrigadas da obra ou proceder à cobertura dos resíduos por forma a evitar o arrastamento pelo vento.

Consumo de água e rejeição de águas residuais

As obras de engenharia civil são obrigadas a gerirem as descargas dos seus efluentes, porém, no âmbito do presente estudo destaca-se a lavagem e rega de pavimentos, uma vez que as evidências que nortearam o tema desta investigação, se centra na forma como são estabelecidas as novas tendências de consumo e aplicação de revestimentos cerâmicos.

Tal como os restantes aspetos ambientais, também devem ser impostas medidas de prevenção e minimização ao nível do consumo de água e rejeição de águas residuais:

- Otimizar o consumo de água;
- Implementar um sistema de recirculação/ reutilização de águas residuais;
- Utilizar, sempre que possível, água não potável para as atividades a realizar em obra;
- Separar e recolher os efluentes líquidos perigosos para descarregar em local apropriado.

5.6. Gestão de não conformidades

A gestão de não conformidades possibilita estabelecer e implementar diferentes métodos que permitem identificar, corrigir e prevenir as não-conformidades, reais ou potenciais, através de ações corretivas e preventivas.

A Norma Portuguesa EN ISO 9001:2008 [56], que se refere à Conceção e implementação do Sistema de Gestão, é a norma de referência para a gestão “de uma” não conformidade, e define-a como o não cumprimento de um requisito, procedimento ou sistema de gestão de qualidade. Concomitantemente, para lidar com uma não conformidade desenvolve-se uma ação corretiva com o

objetivo de identificar as causas do aparecimento de não conformidades e são aplicadas medidas para eliminar estas mesmas causas.

Torna-se essencial avaliar a eficácia das ações implementadas de forma a serem revistas pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) sempre que necessário, assim uma forma de evitar a ocorrência de potenciais não conformidades é através da implementação de ações preventivas. A normalização em vigor identifica procedimentos para a implementação destas ações, para a prevenção do aparecimento de não conformidades:

- Identificar as circunstâncias das potenciais não conformidades e seus efeitos na gestão da qualidade;
- Desenvolver e implementar ações preventivas, como o controlo estatístico ou o planeamento de manutenções periódicas, mantendo o seu registo e controlo;
- Avaliar os resultados das ações implementadas, estimando a sua eficácia ou possível necessidade de revisão do SGQ.

É de extrema importância que os registos da avaliação da conformidade e o controlo da eficácia da implementação das ações corretivas e preventivas sejam mantidos, alterados e atualizados sempre que o SGQ verifique essa necessidade.

Estes registos devem compreender indicações de formações, monitorizações, inspeções, manutenções, identificação dos requisitos legais aplicáveis, revisões da gestão da qualidade, ou registos de conformidade com a normalização aplicável. Para complementar o registo efetuado também se define os recursos necessários, os prazos e a responsabilidade pela sua implementação e controlo.

Como se observa na figura 27, um processo sistemático de gestão de não conformidades consiste em identificar e investigar uma não conformidade (ou potenciais não conformidades) e as suas causas prováveis, implementar as correções para retificar situações não conformes, implementar ações para evitar a sua recorrência e mitigar os seus impactos ambientais, e analisar os fatores que influenciam o sistema de gestão de qualidade.

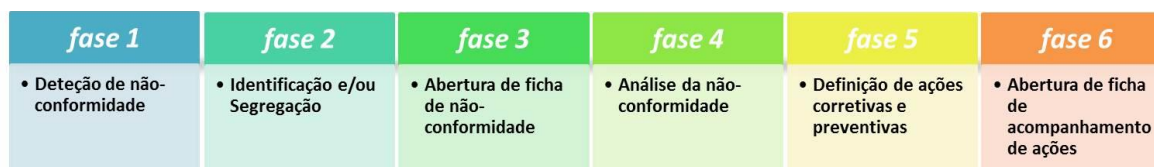


Figura 27. Tratamento de não-conformidades

O recurso a procedimentos integrantes do processo sistemático de gestão de não conformidades leva à melhoria contínua do sistema de gestão de qualidade “com vista a incrementar a capacidade para satisfazer requisitos”, segundo a Norma Portuguesa EN ISO 9000:2005, “Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário” [92].

5.7. Gestão documental

A gestão e controlo de documentos e registos têm como objetivo implementar uma metodologia documentada para assegurar o controlo das atividades executadas em obra de acordo com a legislação aplicável. Também tem em conta o planeamento e manutenção do sistema de gestão ambiental, por forma a potenciar todos os requisitos ou técnicas de procedimentos. Segundo a Norma Portuguesa EN ISO 9001:2008, “Sistemas de gestão da qualidade” [56], estabelece “as orientações e responsabilidades para a verificação, aprovação, emissão, controlo, distribuição, revisão, recolha, arquivo e destruição dos documentos do sistema de gestão de qualidade.

Toda a documentação deve ser corretamente identificada (conter a sua designação, codificação, número da revisão, data, requisito da norma a que respeita), arquivada, e ter o seu acesso controlado com uma correta distribuição pelos trabalhadores, sendo disponibilizada no local e no momento em que é necessária. Sempre que existam alterações deve ser feita a atualização para as versões vigentes [78]. Depois, estas alterações são periodicamente revistas, e os documentos de origem externa devem ser devidamente identificados e implementados tendo em conta o seu impacto na gestão da qualidade.

No presente estudo, destacam-se os planos que devem ser disponibilizados no início da obra:

- Planos de formação e sensibilização;
- Planos de inspeção e monitorização;
- Planos específicos de segurança e controlo;
- Planos de acompanhamento ambiental;
- Planos de gestão de resíduos;
- Planos de gestão de origens de águas e efluentes.

Já no decorrer da obra destacam-se os seguintes registos:

- Registo de ações de formação;
- Registo de distribuição de EPI's;
- Instruções de trabalho;
- Registo ou Listas de verificações de materiais e equipamentos em obra, incluindo as suas manutenções periódicas;
- Registo das marcações CE dos materiais e equipamentos;
- Relatórios de acompanhamento ambiental;
- Registo da gestão de resíduos;
- Registo de não conformidade e implementação das ações de mitigação.

6. Conclusões

Os revestimentos cerâmicos são elementos que têm evoluído ao longo dos anos devido a uma crescente inovação tecnológica da indústria de fabrico. Entendeu-se que há no mercado uma variedade de materiais cerâmicos de distintas porosidades, acabamentos, dimensões e formatos, para aplicação em diferentes ambientes, quer no interior quer no exterior das edificações, sendo cada vez mais importante entender a complexidade do comportamento dos revestimentos cerâmicos e os métodos de aplicação destas soluções.

A ampla variedade de revestimentos cerâmicos no mercado e o aumento das exigências de qualidade, tanto no processo de fabrico, como no processo construtivo, tem impulsionado o desenvolvimento tecnológico que envolve a fabricação e aplicação de revestimentos cerâmicos.

Verificou-se que os revestimentos exteriores de paredes e pavimentos devem garantir a proteção do suporte, a estanquidade do edifício e o desempenho estético enquanto que os revestimentos de interiores desempenham as funções de regularidade, aspeto estético, de conforto e contribui para o desempenho acústico. Pelo que se destaca a importância do cumprimento das exigências de segurança, exigências de habitabilidade, exigências de adaptação à utilização normal, exigências de durabilidade e exigências estéticas.

Deve-se empregar a normalização em vigor, tanto a nível da aplicação dos revestimentos cerâmicos, como na comercialização dos produtos de construção, que têm de estar em conformidade com as normas harmonizadas e com os documentos de avaliação europeus, para poderem ser posteriormente aplicados.

Além do estudo dos revestimentos cerâmicos, dos seus métodos de aplicação e normalização a que está sujeita, complementou-se esta informação com um estudo sobre as possíveis anomalias nestes sistemas de revestimento cerâmico. Desta forma, as anomalias e as suas principais causas permitem determinar a melhor resolução para o aparecimento das mesmas, sendo essencial a abordagem das técnicas de inspeção e diagnóstico, medidas preventivas, manutenções e técnicas de reparação.

Como medida preventiva essencial surgiu a inspeção tanto na avaliação de anomalias no decorrer da obra como na posterior manutenção do edifício, pois verificou-se que alguns problemas podem ser resolvidos através deste método menos evasivo, chegando-se a conclusões sobre a extensão da anomalia e/ou possíveis causas, por forma a solucionar as mesmas.

Este trabalho tinha como finalidade criar diretrizes de controlo de qualidade na aplicação de revestimentos cerâmicos, onde fosse possível direcionar os procedimentos em fase de projeto e principalmente em fase de execução. Desta forma, entendeu-se que existe uma necessidade de um grande controlo de qualidade por forma a minimizar as potenciais anomalias/problemas no decorrer da aplicação dos revestimentos cerâmicos.

Definiu-se uma estratégia para a gestão de segurança, higiene e saúde do trabalho em contexto de obra, concluindo que a gestão da segurança e saúde do trabalho é de extrema importância, pois, quando aplicada, propicia um ambiente benéfico à saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores, contribuindo para a produtividade. Assim, uma otimização do planeamento de segurança e saúde no trabalho minimiza falhas humanas e/ou falhas materiais que dão origem à ocorrência de acidentes.

Verificou-se, também, que em todas as fases de um projeto de construção existem riscos ou perigos que têm de ser alertados, que apontam para uma necessidade contínua de prevenção e controlo. Os riscos podem estar associados a quedas de material, riscos relacionados com as máquinas de construção, instabilidade de solos, ou mesmo riscos agregados à higiene, às posturas incorretas (nomeadamente posturas forçadas e esforços físicos intensos ou repetitivos) e à saúde (riscos físicos, provocados pelo ruído, vibrações, temperaturas extremas, condições meteorológicas, poeiras; ou riscos químicos e biológicos).

Por conseguinte, para minimizar os riscos anteriormente referidos e consequentemente os acidentes de trabalho, aconselhou-se à implementação de medidas preventivas e de controlo que consistem na verificação do estado de segurança e manutenção dos equipamentos; na verificação das fichas de segurança dos agentes químicos e forma que deve ser controlada; a aplicação de medidas de proteção coletiva, nomeadamente através dos EPC's; a distribuição de equipamentos de proteção individuais (EPI's); a verificação da formação de cada colaborador; e a disponibilização aos trabalhadores de toda a informação referente à segurança e saúde no trabalho.

Também se averiguou que o sistema de gestão ambiental, associado a obras de construção civil, deve ser aplicado no planeamento do projeto, preparação da obra, na fase de construção, manutenção, funcionamento, e exploração, nomeadamente no fim de ciclo de vida de cada material, onde deve ser feito o seu encaminhamento (reciclagem, novo uso ou descarte adequado).

Sendo assim, por forma a garantir um controlo de qualidade e a minimizar os impactes negativos que os erros podem gerar, aconselhamos a que seja feita uma programação semanal objetiva e que integre todos os responsáveis em obra, por forma a finalizar corretamente todas as atividades a decorrer e não comprometer a qualidade de todos os trabalhos. Quando não são verificados todos os procedimentos, pode ter de haver correções pequenas, ou profundas, prejudicando a produção e atraso dos prazos. O Plano de Segurança e Saúde (PSS) que deve ser elaborado, disponibiliza documentos que avalia os riscos associados a cada uma das tarefas elementares e identifica as medidas preventivas dos riscos identificados, tornando-se fulcral neste processo de otimização.

Este controlo de qualidade em obra deve ser realizado quando as atividades estão a decorrer, por forma a ser possível a correção de imperfeições no momento. Porém, não passa apenas pela verificação das atividades a decorrer em obra mas também pela limpeza das instalações, garantir a segurança da obra, dos seus equipamentos e materiais, e garantir as condições necessárias aos trabalhadores para realizarem, em segurança, todas as suas funções.

Tendo em conta que todo o processo passa por diversos intervenientes, desde a fabricação dos produtos de construção, à sua aplicação e utilização, torna-se essencial a integração da informação que é necessária em fábrica, para a que é especificada em obra. O ideal seria uma personalização dos revestimentos cerâmicos e produtos de aplicação para cada tipo de obra, de forma que fossem cumpridos todos os passos de controlo de qualidade e as exigências adequadas à função que o revestimento iria desempenhar. Não sendo possível deve-se garantir que as especificações e funcionalidades dos produtos da construção aplicados, e desenvolvidos em fábrica, devem ser passados aos projetistas/empreiteiros, garantindo um correto dimensionamento e aplicação das soluções.

Como planeamento futuro sugere-se a criação de uma ferramenta de controlo que integre a qualidade e o planeamento de construção civil (sistematizando as atividades e os procedimentos de aplicação de revestimentos cerâmicos), por forma a otimizar a produção, o tempo de realização das atividades e garantindo uma maior segurança e qualidade.

Hoje em dia é notável a constante evolução dos revestimentos cerâmicos tanto relativo às dimensões e espessuras das peças, em que se produzem peças de grés porcelânico laminado com 3 metros de comprimento e 3,5 mm espessura (reforçado com tecido de fibras de vidro), como com os mosaicos antiderrapantes, ou com as fachadas ventiladas. Mas com recurso à tecnologia tem-se vindo a produzir produtos inovadores como: ladrilhos com integração de materiais reciclados, revestimento antibacteriano, pavimento com isolamento acústico (uma conjugação entre a cerâmica e a cortiça), pavimento cerâmico amovível e reutilizável, cerâmica com elevado conforto térmico e mesmo cerâmica com sensores de dispositivos eletrónicos. Havendo também uma necessidade evolutiva no desenvolvimento da metodologia de controlo de qualidade para a aplicação de revestimentos cerâmicos.

Referências bibliográficas

- [1] Lucas, J. A. Carvalho, Azulejos ou ladrilhos cerâmicos - descrição geral, exigências normativas, classificação funcional. ITMC-33. Lisboa: LNEC, 2003.
- [2] AEP, A., Manual de Produção + Limpa da Indústria Cerâmica. BenchMark A+E, 2011.
- [3] V. c. especializados, Enciclopédia Alfa, Lisboa: Publicações Alfa, 1977.
- [4] F. Lara-Peinado, Los Grandes Impérios da Mesopotâmia 3, edição Océano. Barcelona, 2000.
- [5] Silveira, F. L.; Bisognin, E. L.; Resgate histórico-cultural das origens do mosaico: sua aplicação ao design. Disciplinarum Scientia, Santa Maria, 2005.
- [6] www.carloscabanita.eu [Online]. [Acedido em Dezembro de 2015]
- [7] <https://archaeology-travel.com/photo-album/ishtar-gate-in-the-pergamon-museum/> [Online]. [Acedido em Dezembro de 2015]
- [8] http://www.placesonline.es/europa/espana/andalucia/granada/detalle_foto.asp?filename=6966_granada_ceramica_decora_su_una_parete_del_castello_di_alhambra [Online]. [Acedido em Dezembro de 2015]
- [9] J. M. S. Simões, Estudos da Azulejaria, Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda, 2001.
- [10] J. Gomes, Exemplos de azulejaria dos séculos XVI e XVII, em Coimbra. Dissertação de Mestrado em História da Arte, Património e Turismo Cultural, especialidade em Azulejaria, Universidade de Coimbra: Faculdade de Letras, 2011.
- [11] <http://www.parquesdesintra.pt/parques-jardins-e-monumentos/palacio-nacional-de-sintra/historia/> [Online]. [Acedido em Novembro de 2015]
- [12] <http://redeazulejo.fl.ul.pt/> [Online]. [Acedido em Novembro de 2015]
- [13] <http://www.museudoazulejo.pt/> [Online]. [Acedido em Novembro de 2015]
- [14] <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquiteturismo/05.059-060/4217> [Online]. [Acedido em Novembro de 2015]
- [15] M. M. C. Silva, Notas para o estudo de alguns azulejos do distrito de Leiria atribuídos à fábrica do Juncal. Lisboa, O Arqueólogo Português.
- [16] <http://www.oportoencanta.com/2013/08/igreja-do-carmo-o-estilo-barroco-rococo.html> [Online]. [Acedido em Dezembro de 2015]
- [17] <http://www.crcvirtual.org/> [Online]. [Acedido em Novembro de 2015]

- [18] Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica, <http://www.apicer.pt/> [Online]. [Acedido em Novembro de 2015]
- [19] Portal da Cerâmica, <http://www.ceramica.pt/> [Online]. [Acedido em Novembro de 2015]
- [20] <http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840726/LOM3035/Aula4-PropriedadesTermicas.pdf> [Online]. [Acedido em Julho de 2016]
- [21] C. Rebelo, projeto e execução de revestimento cerâmico – interno. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil de Engenharia. UFMG: Escola de Engenharia, 2010.
- [22] Norma Portuguesa. NP EN 14411:2008 (Ed. 2) - Pavimentos e revestimentos cerâmicos – Definições, classificação, características e marcação. Lisboa: IPQ, 2008.
- [23] Norma Portuguesa. NP EN ISO 10545 – 3: 2008, Determinação da absorção de água, da porosidade aberta, da densidade relativa aparente e da massa volúmica global, 2008.
- [24] Documento de referência sobre as melhores técnicas disponíveis na indústria cerâmica, Comissão Europeia, 2006.
- [25] Freitas, V. P.; Sousa, A. V.; e Silva, J. A. R., Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos. APICER (Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica), Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, Coimbra, 2003.
- [26] <http://vejasp.abril.com.br/blogs/morar-em-sp/page/5/> [Online]. [Acedido em Julho de 2016]
- [27] <https://pt.wikipedia.org/wiki/Azulejo> [Online]. [Acedido em Janeiro de 2016]
- [28] Custódio, A; Custódio, M.; Coreggio R.; Cargnin, M.: Estudo da Compactação de Massas para Cerâmica Vermelha – 1º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, 2012.
- [29] <http://www.paginas-nacionais.com/a/tijolos-rusticos-tijolos-macicos-tijolos-face-a-vista-tijolo-paver-ceramico-tijolo-refractario-tijolos-decorativos/#.VfVNcRHBzGc> [Online]. [Acedido em Janeiro de 2016]
- [30] <https://unsoldereforma.wordpress.com/tag/gres/> [Online]. [Acedido em Janeiro de 2016]
- [31] <http://pavigres.com/ficheiros/aplicacao/aplicao-limpeza-e-manuteno.pdf> [Online]. [Acedido em Fevereiro de 2016]
- [32] <http://pavigres.com/> [Online]. [Acedido em Fevereiro de 2016]
- [33] APFAC, “Monografias APFAC sobre Argamassas de Construção - Tema 1: Colas de Construção (EN 12004) e Juntas de Cor (EN 13888),” Lisboa.

- [34] Norma Portuguesa. NP EN 12004:2008 (Ed. 2) – Colas para ladrilhos – Requisitos, avaliação da conformidade, classificação e designação. Lisboa: IPQ, 2008.
- [35] Norma Portuguesa. NP EN 12004:2007+A1:2014: Colas para ladrilhos – Requisitos, avaliação da conformidade, classificação e designação Lisboa: IPQ, 2014.
- [36] <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABCDsAG/trabalho-interdisciplinar-graduacao-revestimentos-ceramicos-suas-aplicabilidades?part=3> [Online]. [Acedido em Fevereiro de 2016]
- [37] Fachadas ventiladas, <http://www.recer.pt/download/110107185255.pdf> [Online]. [Acedido em Fevereiro de 2016]
- [38] Junginger, Max; Resende, Maurício Marques Análise das características das argamassas de rejuntamento. Escola Politécnica da USP, São Paulo, Brasil, Agosto de 2001.
- [39] Silvestre, J. D.; Brito, J., Juntas em revestimentos cerâmicos aderentes (RCA): da conceção à manutenção, 2009.
- [40] Goldberg, R. Direct adhered ceramic tile, stone and thin brick facades manual. Laticrete International, Inc., USA, 1998.
- [41] Guia da Weber Saint-Gobain, 2016 (ou <http://www.weber.com.pt/>)
- [42] Silvestre, J. D.; Brito, J., Juntas utilizadas em revestimentos cerâmicos aderentes (RCA), Comunicação aceite para o 1º Congresso da Associação dos Fabricantes de Argamassas de Construção, Feira Internacional de Lisboa, Lisboa, Novembro de 2005.
- [43] Norma Europeia. EN 13888:2009, Grout for tiles - Requirements, evaluation of conformity, classification and designation, 2009.
- [44] Regulamento UE nº 305/2011 do Parlamento Europeu do Conselho de 9 de Março de 2011.
- [45] Decreto-Lei nº 80/2006, Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios, 2006.
- [46] Abreu, M. M., Revestimentos Cerâmicos Colados – Recomendações para a minimização do risco de descolamento, LNEC, <http://www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/Paper%2027.pdf> [Online]. [Acedido em Fevereiro de 2016]
- [47] Lucas, J. A. Carvalho; Abreu, Miguel Mendes, Revestimentos Cerâmicos Colados – Descolamento, ITPRC 4. Lisboa: LNEC, 2003.
- [48] Lucas, J. A. Carvalho, Exigências Funcionais de Revestimentos de Paredes, Informação Técnica ITE 24, Lisboa: LNEC, 1990.

- [49] Bogas, José Alexandre, Materiais cerâmicos, Materiais de construção, IST, 2013
- [50] Processamento de materiais cerâmicos, <http://slideplayer.com.br/slide/3733511/> [Online]. [Acedido em Agosto de 2015]
- [51] Extrusão, <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAACV8AA/extrusao> [Online]. [Acedido em Setembro de 2016]
- [52] Solução Técnica – Revestimento Cerâmico, <http://www.datamaq.com.br/Sebrae/Article.aspx?entityId=52d3edaf-aafe-dd11-8989-0003ffd062a1> [Online]. [Acedido em Dezembro de 2015]
- [53] Instituto Português da Qualidade <http://www1.ipq.pt/> [Online]. [Acedido em Dezembro de 2015]
- [54] <http://www.enterpriseeuropenetwork.pt/info/mercadounico/Paginas/marcacaoce.aspx> [Online]. [Acedido em Fevereiro de 2016]
- [55] www.marcacaoce.eu [Online]. [Acedido em Março de 2016]
- [56] Norma Portuguesa. NP EN ISO 9001:2008 – Sistema de gestão da qualidade. Requisitos, 2008.
- [57] Norma Europeia EN ISO 10545-4:2012, Ceramic tiles. Part 4 – Determination of modulus of rupture and breaking strength, Lisboa: IPQ, 2012.
- [58] Norma Portuguesa. NP EN ISO 10545-9:2004, Pavimentos e revestimentos cerâmicos. Parte 9 – Determinação da resistência ao choque térmico, Lisboa: IPQ, 2004.
- [59] Norma Portuguesa. NP EN ISO 10545-12:2004, Pavimentos e revestimentos cerâmicos. Parte 12 – Determinação da resistência ao gelo, Lisboa: IPQ, 2004.
- [60] Norma Portuguesa. NP EN ISO 10545-15:2004, Pavimentos e revestimentos cerâmicos. Parte 15 – Determinação do teor de chumbo e de cádmio libertados por ladrilhos vidrados, Lisboa: IPQ, 2004.
- [61] Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), Decreto-Lei 38382/51, de 07 de Agosto, Lisboa, 1951.
- [62] Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de Julho, DR 145, SÉRIE I. - Conteúdo do programa e do projeto de execução a que se refere o artigo 43.º do Código dos Contratos Públicos (CCP), Lisboa, 2008.
- [63] Lucas, J. A. Carvalho, Anomalias em revestimentos cerâmicos colados. Informação Técnica de Materiais de Construção - ITMC 28. Lisboa: LNEC, 2001.

- [64] CEN - CEN/TR 13548:2004 - General rules for the design and installation of ceramic tiling, Technical Report, Technical Committee CEN/TC 67, Brussels, CEN, 2004.
- [65] Pedro, Edmundo; Maia, Luiz; Rocha, Marcelle; Chaves, Maurício - Patologia em revestimento cerâmico de fachada. Pós-graduação em Engenharia de Avaliações e Perícias, FUMEC, Faculdade de Engenharia e Arquitectura, Belo Horizonte, 2002.
- [66] Silvestre, J. Dinis, Sistema de apoio à inspeção e diagnóstico de anomalias em revestimentos cerâmicos aderentes. Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Setembro de 2005.
- [67] <http://construironline.dashofer.pt/> [Online]. [Acedido em Agosto de 2015]
- [68] <http://www.weber.com.pt/revestimento-e-renovacao-de-fachadas/conselhos-e-ajuda/problema-solucao/tratar-fissuras-em-revestimentos-de-fachadas.html> [Online]. [Acedido em Agosto de 2016]
- [69] <http://reabilitacaodeedificios.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=12197> [Online]. [Acedido em Agosto de 2016]
- [70] Guia para a reabilitação – Revestimentos exteriores – Projeto “Cooperar para reabilitar” da InovaDomus (<http://www.revigres.pt/downloads/02guia.pdf> [Online]. [Acedido em Fevereiro de 2016])
- [71] <http://www.reabilitacaodeedificios.dashofer.pt> [Online]. [Acedido em Agosto de 2016]
- [72] Coias, V., Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios. Lisboa: IST Press, Setembro de 2006. ISBN 972-8469-53-5.
- [73] N. F. Garcez, Sistema de inspeção e diagnóstico de Revestimentos exteriores de coberturas Inclínadas. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Aeródromos. Universidade Técnica de Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2009.
- [74] <http://reabilitacaodeedificios.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=12055> [Online]. [Acedido em Junho de 2016]
- [75] Brito, J., Diagnóstico, patologia e reabilitação de revestimentos de pisos, Apontamentos da cadeira de Patologia e reabilitação da construção, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Setembro de 2004.
- [76] Flores-Colen, I., Inspeção, patologia e reabilitação de revestimentos de paredes e pisos, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa.
- [77] Norma Portuguesa. NP EN ISO 14001:2004 – Sistema de Gestão Ambiental, 2004
- [78] Pereira, Telmo Dias, Segurança na construção PSS e CSS, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2012.

- [79] Segurança de máquinas e equipamentos de trabalho, ACT, <http://www.act.gov.pt/> [Online]. [Acedido em Agosto de 2016]
- [80] Directiva 92/57/CEE, prescrições mínimas de segurança e de saúde a aplicar nos estaleiros temporários ou móveis de 24 de Junho de 1992.
- [81] Decreto-Lei 273/2003, de 29 de Outubro. Diário da República nº 251/2003 – I Série A. Ministério da Segurança Social e do Trabalho, Lisboa, 2003.
- [82] Decreto-Lei 50/2005, de 25 de Fevereiro. Diário da República nº 40/2005 – I Série A. Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social, Lisboa, 2005.
- [83] Decreto-Lei 182/2006, de 6 de Setembro. Diário da República nº 172/2006 – I Série. Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho, Lisboa, 2006.
- [84] Manual de Gestão Ambiental de Obras de Construção Civil. Projecto. BenchMark A+E.
- [85] Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março, alterado pelo Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de junho.
- [86] OHSAS 18011:2007. Sistemas de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho.
- [87] Decreto-lei nº 9/2007, de 17 de janeiro, aprova o Regulamento Geral do Ruído.
- [88] Decreto-lei nº 146/2006, de 31 de julho, retificado pela Declaração de Retificação nº 57/2006, de 31 de Agosto.
- [89] Diretiva nº 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho, relativa à avaliação e gestão do ruído.
- [90] Norma Portuguesa. NP ISO 1996 (constituída em 2 partes) de 2011 - Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente.
- [91] Decreto-Lei 78/2004, de 3 de abril, Emissões atmosféricas.
- [92] Norma Portuguesa EN ISO 9000:2005, “Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário”.

Anexos

Anexo I – Verificação dos equipamentos de estaleiro

Dono da Obra:	VERIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE ESTALEIRO	Coordenação de Segurança na fase de Projeto:
Obra:		
Entidade Executante:		

Designação	Empresa / Manobrador	Marca / Modelo	N.º Série / Ano	Máquinas Novas – DL n.º 320/2001			Maquinas Anexo IV Decl. Conformidade	Máquinas Usadas – DL n.º 214/95			Cumpre DL n.º 50/2005	Certificação Acústica		
				Marcação CE	Declaração CE	Manual		Inspeção ON	Manual	Declaração Cedente		C	X	NA

Anexo II – Lista de produtos de construção, acessórios e equipamentos com perigos associados

Dono da Obra:	LISTA DE PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO, ACESSÓRIOS, E EQUIPAMENTOS COM PERIGOS ASSOCIADOS	Coordenação de Segurança na fase de Projeto:
Obra:		
Entidade Executante:		

Nº	PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO / ACESSÓRIOS / EQUIPAMENTOS	MÉTODO CONSTRUTIVO	REQUISITOS TÉCNICOS/ NORMALIZAÇÃO EM VIGOR	SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO	REQUISITOS AMBIENTAIS	MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLO
1						
2						
3						
4						
5						

Anexo III – Controlo geral dos equipamentos de estaleiro

Dono da Obra:	CONTROLO GERAL DOS EQUIPAMENTOS DE ESTALEIRO	Coordenação de Segurança na fase de Projeto:
Obra:		
Entidade Executante:		

EQUIPAMENTOS DE ESTALEIRO		REVISÕES PERIÓDICAS			INSPEÇÃO GERAL (se necessário, anexar registo de não conformidade)			VERIFICAÇÃO DE CORREÇÕES		
		Última revisão	Em dia?		Caso não, efetuar até	Conf.	Não conformidades detetadas	Corrigir até	Efetuada	Rubrica
Sim	Não									
Designação/Código ou nº de séria	Cumpre DL 320/2001	__/__/__			__/__/__			__/__/__	__/__/__	
		__/__/__			__/__/__			__/__/__	__/__/__	
		__/__/__			__/__/__			__/__/__	__/__/__	
		__/__/__			__/__/__			__/__/__	__/__/__	
		__/__/__			__/__/__			__/__/__	__/__/__	
		__/__/__			__/__/__			__/__/__	__/__/__	