

# A COR DAS ARGAMASSAS

**Maria do Rosário Veiga (Investigadora do LNEC); Ana Luísa Velosa (Professora da Universidade de Aveiro); Martha Tavares (Estagiária do LNEC, doutoranda da FAUTL)**

In: Revista Construção Magazine, nº 25, Maio de 2008

## A COR DAS ARGAMASSAS ANTIGAS

Ao longo dos tempos tem-se estabelecido uma estreita relação entre a geografia do território e as construções dos seus habitantes, onde a cor é utilizada para territorializar as edificações. Com efeito, a cor das argamassas está intimamente ligada aos materiais da região (Tavares, 2000).

Os revestimentos que cobrem as fachadas dos edifícios históricos são em geral compostos por diversas camadas de argamassa, com finalidades distintas. Estas argamassas são formadas por diferentes constituintes: a cal, os agregados, por vezes terra e diversos aditivos, como pó cerâmico, pozolanas, pigmentos, carvão, etc. Todos estes materiais conferem características funcionais diversas às argamassas, mas também uma grande gama de cores, que depende da natureza dos constituintes e do local de onde foram extraídos, caracterizando o revestimento e tornando-o possuidor de uma identidade única.

A manutenção destes revestimentos, que se consideram históricos pelo seu carácter de testemunho de materiais e técnicas únicos e já em desuso, passa pela conservação das técnicas construtivas tradicionais e pelo uso de materiais compatíveis e tão semelhantes aos originais quanto possível. Nos últimos anos têm-se desenvolvido estudos científicos que fundamentam metodologias de intervenção pouco intrusivas, no sentido da conservação dos revestimentos históricos, evitando a trágica destruição de que actualmente ainda são alvo (Tavares e tal 2005).

Numa intervenção sobre estes revestimentos, é de fulcral importância conhecer a constituição das argamassas pré-existentes, incluindo a sua coloração (Tavares et al 2003). As novas argamassas preconizadas, para reparação ou substituição, devem ter características semelhantes às originais dos pontos de vista químico, físico e também estético (figs. 1 e 2). Alguns estudos prévios a realizar para caracterização do revestimento e da sua coloração incluem:

- (i) pesquisa histórica baseada em fontes documentais e iconográficas sobre o edifício;
- (ii) estudo *in situ* das técnicas de revestimento usadas;
- (iii) análise estratigráfica dos revestimentos, efectuada *in situ* ou em laboratório, através da identificação das diversas camadas de argamassa e dos constituintes e cores de cada uma (fig. 3);
- iv) identificação das cores de cada camada e da superfície através de análise comparativa face a determinados padrões com recurso ao Atlas cromático Munsell e ao NCS (fig. 4), ou ainda através de um espectocolorímetro;
- (v) extracção de uma amostra (caso se justifique), de revestimento para exames laboratoriais complementares, tais como observações à lupa binocular ou exames físico-químicos.

O projecto deve basear-se num método eficaz de análise, capacidade de síntese e de sensibilidade do projectista que conheça a história do revestimento, com a perspectiva de conservar o revestimento original e a sua imagem. O operador deve ser qualificado para uma obra de restauro.



Fig 1 - Argamassa romana do Rabaçal



Fig 2 - Argamassa de restauro utilizada no Rabaçal



Fig. 3 - Estratigrafia de um revestimento com argamassas de distintas colorações



Fig.4 - Argamassa colorida na massa com pigmento de óxido de ferro (hematite). Identificação da cor com Atlas NCS

## A COR DOS LIGANTES

Embora a cor seja definida por todos os constituintes, os ligantes têm um papel primordial na definição das possibilidades cromáticas de uma argamassa. Desde a antiguidade até meados do século XX, a cal aérea, resultante da queima e subsequente hidratação da pedra calcária, foi um ligante com ampla utilização. As argamassas de cal aérea foram empregues em obras espalhadas pelo mundo, fazendo parte de construções emblemáticas, como a Pirâmide de Gize, no Egipto, datada de 2500 A.C., o Palácio de Cnossos, em Creta, de 1500 A.C. e a Muralha da China (Boynton, 1980; Zacharopoulou, 1998). Contudo, devido à dificuldade de endurecimento destas argamassas debaixo de água, outros materiais, como as pozolanas, foram incorporadas nas argamassas cujas funções implicavam o contacto directo com a água, como os revestimentos de tanques, canais, barragens, cais. As pozolanas, que funcionam principalmente como ligantes, podem ser de origem natural ou artificial, sendo as primeiras de origem vulcânica e as pozolanas artificiais obtidas a partir da calcinação de produtos naturais. Estes materiais foram amplamente utilizados através dos tempos, com uma forte incidência na Época Romana, devido à vasta disponibilidade de pozolanas naturais em solo italiano. Na ausência de pozolanas naturais, era frequentemente utilizado material cerâmico moído, produzindo argamassas designadas por Opus Signinum, com uma coloração rosada característica e presentes em várias estações arqueológicas espalhadas pelos locais de ocupação romana (Figs. 5 e 6). De facto, os materiais pozolânicos possuem uma vasta gama de colorações, permitindo dotar as argamassas de diferentes cromatismos (Figs. 7, 8 e 9). Paralelamente, alteram as propriedades das argamassas com base em cal aérea, dotando-as de maior resistência mecânica e durabilidade, mas mantendo a sua capacidade de deformação e adequado comportamento face à água (Velosa, 2006).

Por vezes, em determinadas regiões, eram usadas argamassas de cal dolomítica, produzidas a partir da cozedura de rochas constituídas por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, que tinham endurecimento mais rápido e se tornavam mais resistentes que as de cal cálcica. A cor mais escura desta cal levou a que fosse conhecida correntemente por “cal parda” ou “cal preta” (fig. 10) mas de novo a uma diferente cor correspondem diferentes características.

A terra é outro ligante usado desde a antiguidade até aos nossos dias. Sozinha ou misturada com a cal confere diferentes tonalidades às argamassas, dependendo da sua composição e origem. Estas argamassas foram usadas tanto em construções correntes como em edifícios mais nobres. Devido aos elevados teores de finos, as argamassas de terra têm geralmente tendência para fissurar, portanto eram muitas vezes incorporadas fibras vegetais, para contrariar esta possibilidade (Fig. 11).

A necessidade de utilização de argamassas com rápido endurecimento debaixo de água, aplicáveis em obras de grande envergadura como portos e faróis, levou ao desenvolvimento da cal hidráulica por John Smeaton, em 1756, para o farol de Eddystone, através da calcinação de pedra calcária contendo argila, à qual adicionou pozolana italiana para obter melhor desempenho.

As cais hidráulicas têm composições muito diversificadas e, como tal, cores também variáveis. As fabricadas em Portugal são da classe NHL5 (a classe de maior resistência) e têm usualmente coloração acastanhada ou acinzentada. Contudo, a cor e características deste material depende da matéria-prima, e cais hidráulicas com baixos teores de argila (classes HL 3,5 ou HL 2), têm colorações claras e características mais próximas das cais aéreas.

Finalmente, a produção de cimento Portland, em 1824, por Joseph Aspdin e o seu desenvolvimento em 1845 por Isaac Johnson, empregando temperaturas de cozedura mais elevadas, iniciaram uma era de forte utilização deste material como ligante.

O uso do cimento Portland produziu uma forte alteração tanto na coloração das argamassas como nas suas propriedades. Se as argamassas de cal aérea eram principalmente compostas por uma base branca devido à coloração própria deste ligante, possuíam resistências mecânicas moderadas, elevada deformabilidade, fraca susceptibilidade à fendilhação, permeabilidade à água mas também permeabilidade ao vapor de água (facilidade de secagem), as argamassas de cimento caracterizam-se por uma coloração cinzenta (com excepção do cimento branco) e são detentoras de resistências mecânicas elevadas, grande rigidez e comportamento à água caracterizado por baixa permeabilidade à água mas também pela maior dificuldade de secagem.

Actualmente, a utilização das argamassas de cal aérea no campo da conservação encontra-se em fase ascendente, devido tanto à componente estética, abrangendo cor e textura, como à sua adequada prestação sobre suportes antigos.



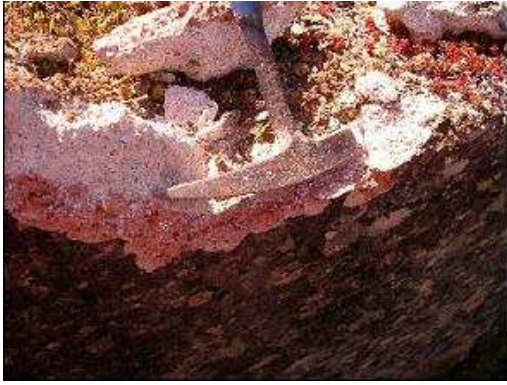


Fig. 5 – Opus Signinum, Estação Arqueológica de Conímbriga



Fig. 6 – Opus Signinum, Ruínas Romanas de Tróia



Fig. 7 – Materiais pozolânicos com diferentes cores



Fig. 8 – Argamassas com pozolanas



Fig. 9 – Argamassa com metacaulino (pozzolana Artificial)



Fig. 10 – Argamassa de cal “parda” (cal dolomítica)



Fig. 11 – Argamassa de terra com fibras vegetais em Vinhais (Casa dos Condes)

## OS AGREGADOS E A COR DAS ARGAMASSAS

A coloração dos agregados influi na cor final das argamassas, principalmente quando estas são de coloração clara, como a maioria das argamassas de cal aérea. Como agregados são usualmente utilizadas areias de rio ou de mar e por vezes agregados britados, de calcário, granito, ou, mais raramente, basalto, ou mármore. A sua composição e consequente coloração depende do local de extracção (Figs. 12 e 13); enquanto em Portugal Continental temos agregados provenientes fundamentalmente de calcários ou granitos, nas ilhas dos Açores e da Madeira, os agregados são de origem vulcânica e detentores de uma coloração mais escura (Fig. 12). No continente, a maioria das areias de rio e de mar, após lavagem, têm uma componente siliciosa predominante, de coloração esbranquiçada ou transparente, que não altera a tonalidade conferida pelo ligante. Contudo, areias com elevados teores argilosos, não lavadas, podem conferir tonalidades acastanhadas ou rosadas às argamassas nas quais são incorporadas. Teores excessivos deste tipo de areias originam susceptibilidades à fissuração acrescidas das argamassas, pelo que devem ser evitadas. Para conferir essas colorações, é preferível usar baixos teores de agregados, ou de aditivos, com maior poder corante (Fig. 14).

Em argamassas do tipo Opus Signinum é significativo o papel desempenhado pelos agregados na coloração das argamassas (Fig. 13). Neste tipo de argamassa o cerâmico moído é utilizado em duas granulometrias diferentes, com finalidades diversas: enquanto a fracção fina desempenha o papel de ligante, misturando-se com a pasta de cal e conferindo uma tonalidade rosada, a fracção grossa exerce o papel de agregado dotando as argamassas de características visuais e de desempenho específicas.

Como exemplo de aplicações mais recentes, é notória a diferenciação cromática possibilitada pela utilização de marmorites. Estes revestimentos são obtidos a partir de argamassas com agregado seleccionado e calibrado para conferir a cor e textura desejadas. Através de uma técnica de lavagem no momento certo do endurecimento, o agregado é deixado à vista, conferindo assim uma tonalidade e um brilho próprios e características específicas de desempenho e durabilidade (Figs. 15 e 16) (Veiga et al, 2007). Para estes revestimentos, característicos das décadas de 50 a 70 do século XX, na zona da grande Lisboa e do Sul do País, eram usados agregados calcários, siliciosos e também de mármore.

A escolha de agregados deve ser criteriosa, tendo em conta não só as possibilidades cromáticas, como também a sua granulometria, resistência, trabalhabilidade e local de extracção. A reactividade de alguns agregados com o ligante, como é o caso dos agregados vulcânicos ou do cerâmico moído, é um factor adicional a ponderar.



Actualmente existe uma vasta gama de diversos materiais que podem ser utilizados como agregados ou como ligantes, provenientes de resíduos, tais como o vidro, pó cerâmico ou argila expandida. A sua utilização deve ser criteriosa, tendo em conta resultados de ensaios laboratoriais e aplicações experimentais, mas permite alterar as características e o cromatismo das argamassas. De facto, de uma forma geral, alterações cromáticas são sinónimos de alterações no comportamento.



Fig. 12 - Argamassa de S. Miguel, Açores, com agregado vulcânico (Foto de Santos Silva, LNEC).

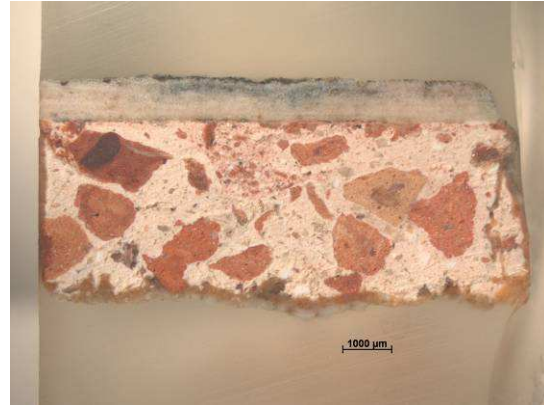


Fig. 13 - Argamassa da Estação Arqueológica de Conímbriga contendo cerâmico moído.



a)



b)

Fig. 14 – a) Argamassa com agregado argiloso de forte poder colorante para simular b) argamassa original de terra (Castelo Rodrigo)

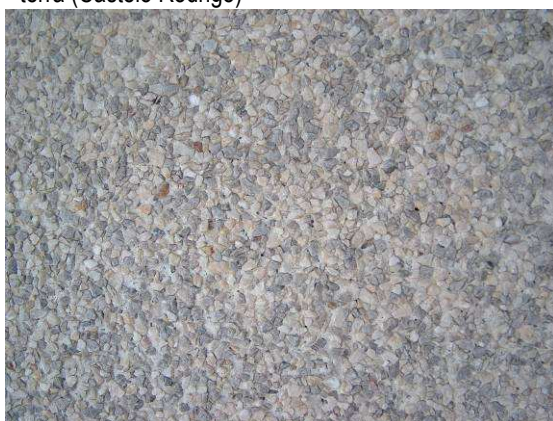


Fig. 16 – Marmorite com agregado calcário (fachada do LNEC).



Fig. 17 – Marmorite rosado em edifício de Lisboa (agregado rosado e argamassa pigmentada).

## CONFERIR COR COM PIGMENTOS

Para além dos constituintes essenciais das argamassas, podem-se adicionar pigmentos para lhes conferir cor, alargando assim a gama de colorações possíveis (Fig. 18).

Utilizam-se pigmentos preferencialmente resistentes aos álcalis e à luz do sol e compatíveis com o ligante. Os pigmentos inorgânicos são os que apresentam melhores características para este efeito, de entre os quais se devem destacar, pelo seu uso frequente no passado, os provenientes de terras naturais (Aguiar, 1999). Os pigmentos inorgânicos de origem natural (terras corantes), têm uma grande capacidade de coloração, contudo são pouco homogêneos, pois dependem da zona de onde foram extraídos. Nem todas as terras são adequadas para serem empregues como pigmentos, apenas as que possuem quantidade de ferro suficiente e composição mineralógica adequada, elevada pureza e finura (Casal, 2007). A cor das terras corantes é geralmente conferida pela presença de certos minerais de ferro, nomeadamente a goetite ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), responsável pela cor amarela e a hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), responsável pela cor vermelha. A cor castanha (ocre castanho), é conseguida através da mistura de goetite com hematite e a cor “terra sombra” deve-se à presença de dióxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ) (Cruz, 2007). Os pigmentos de óxidos de origem artificial são de uso mais recente, tendo surgido apenas nos finais do século XIX. Possuem um elevado grau de pureza, maior estabilidade térmica e química e maior uniformidade de cor (Rocha-Gomes, 2007).

## A COR NAS ARGAMASSAS ACTUAIS

Hoje temos muitas opções para conferir cor às argamassas, valorizando assim todo o potencial plástico destes materiais: através dos ligantes, dos agregados, dos aditivos, pozolânicos ou não, de pigmentos com uma grande gama de cores. Podem ser usadas argamassas coloridas na massa, quer em edifícios antigos, em argamassas de restauro com base em cal, para reconstituir as cores originais; quer em edifícios novos, com argamassas produzidas em fábrica, prontas a ser aplicadas numa única camada colorida, o que permite dispensar a pintura (Fig. 19).

No entanto, é importante ter presente que todos os constituintes têm influência nas características da argamassa e no comportamento do revestimento, incluindo os elementos que conferem cor. Assim, é necessário testar a argamassa, avaliar o seu comportamento, verificando tanto os aspectos funcionais como os estéticos.



Fig 18 - Diversos pigmentos com colorações distintas que podem ser adicionados à argamassa



Fig. 19 – Revestimentos de argamassa colorida na massa (monocamada)

## BIBLIOGRAFIA:

AGUIAR, José - *Estudos Cromáticos nas intervenções de conservação em centros históricos*. Tese para obtenção do grau de Doutor em Conservação do Património Arquitectónico. Évora: Universidade de Évora, Agosto de 1999.

BOYNTON, R. S. – *Chemistry and technology of lime and limestone*, John Wiley and Sons, 1980

CASAL, Milene Gil - *Terras corantes: o que são e para que servem*, in: Curso Beja, Beja, CMB, 2007 (texto policopiado).

CRUZ, António João - *Os pigmentos naturais utilizados em pintura* in: Pigmentos e Corantes Naturais. Entre as artes e as ciências, Évora, Universidade de Évora, 2007, ISBN: 978-972-99959-5-8, pp.5-23.

ROCHA-GOMES, Leia Verónica; ALVAREZ, Cristina Engel de - *Análise dos Aspectos Ambientais no uso de Pigmentos nas Argamassas de reajuntamento do Espírito Santo (Brasil): Diagnóstico e recomendações* in: 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, Lisboa: APFAC, 2007.

TAVARES, Martha, VALVERDE, Isabel – *A cor na imagem urbana portuguesa*. Lisboa, Estar, 2000.

TAVARES, Martha; VEIGA, M<sup>a</sup> do Rosário, AGUIAR, José - *Conservação e restauro de antigos revestimentos exteriores: caracterização de alguns casos (do século XVII e XIX na zona de Lisboa)*, in: V SBTA, São Paulo, 2003.

TAVARES, Martha, MAGALHÃES, Ana, VEIGA, Rosário, AGUIAR, José – *Métodos de diagnóstico para revestimentos de edificios antiguos. Importância y aplicabilidad de los ensayos in situ*. In: Boletín del Instituto Andaluz del Património Histórico. PH nº 53, Sevilla, Abril de 2005.

VEIGA, M. R.; TAVARES, M. T.; MAGALHÃES, A. C. – *Restauro da fachada em marmorite de cal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil*, em Lisboa. Materiais, métodos e resultados. In VII SBTA, Recife, Brasil, Maio de 2007.

VELOSA, Ana Luísa – *Argamassas de cal com pozolanas para revestimento de paredes antigas*, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, 2006

ZACHAROPOULOU, G., *The renaissance of lime based mortar technology. An appraisal of a bibliographical study*, Materials for the protection of European Cultural Heritage, Atenas, 1998