

A

Inês Oliveira

inesfoliveira@gmail.com

**A Imagem de Transformação de Refletância (RTI).
Caraterísticas de interesse para o estudo e preservação
de coleções**

Resumo:

Imagem de Transformação de Refletância (RTI) é a designação para família de métodos baseados na captura fotográfica de imagens. Fundamenta-se no Mapeamento de Textura Polinomial (PTM), método para distribuição dos dados de imagem, e é usada em combinação com a RTI-Realce (H-RTI), método que, a partir da incidência de uma fonte luminosa em material refletor, permite obter imagens semelhantes a imagens 3D.

De baixo custo e utilização amigável, a RTI captura a cor e forma das superfícies dos artefactos, permitindo o seu aprimoramento matemático, o que revela informação que não é percebida num exame empírico. Considerando que a maioria da informação relevante e inerente aos materiais subsiste na sua superfície, bem como que é nela que se manifestam as evidências de dano, ponderam-se as potencialidades da RTI com interesse para o estudo das coleções museológicas, especialmente na perspectiva do contributo para plano de gestão de riscos e sua preservação.

Palavras-chave

Imagem de Transformação de Refletância (RTI); Coleções museológicas; Estudo e documentação; Gestão de riscos e preservação.

Nota biográfica

A autora é licenciada em Gestão do Património pela Escola Superior de Educação do Porto, e atualmente a frequentar o Mestrado em Museologia na Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Desde 2014 vinculada à cooperativa A Oficina, Centro de Artes e Mesteres de Guimarães, é responsável pela gestão da coleção do Centro Internacional da Artes José de Guimarães e Casa da Memória de Guimarães, espaços geridos pela cooperativa acima mencionada.

Abstract:

Reflectance Transformation Imaging (RTI) is the family designation for some methods of photographic capture of images. It is based on Polynomial Texture Mapping (PTM), a method to distribute image data, and is used in combination with Highlight-RTI (H-RTI), a method that, from the incidence of a light source in reflective material, allows to obtain images similar to 3D images.

Low cost and user friendly, RTI captures the colour and shape of artefacts surfaces, allowing for their mathematical enhancement, which reveals information that is not perceived in an empirical examination. Considering that most of the information relevant and inherent to materials remains on its surface, and it is in it that evidence of damage is manifested, the potentialities of RTI are considered, with interest in the study of museum collections, especially in the perspective of the contribution for risk management plan and its preservation.

Keywords

Reflective Transformation Image (RTI); Museum collections; Study and documentation; Risk management and preservation.

Biographical note

The author holds a degree in Heritage Management from the Porto School of Education and is currently attending the Master in Museology at the Faculty of Arts and Humanities of the University of Porto. Since 2014 linked to the cooperative A Oficina, a cultural organization of the city of Guimarães, she has been in charge of the collection management at the José de Guimarães International Arts Center and Guimarães House of Memory, areas managed by the aforementioned cooperative.

Introdução

É reconhecida, pelas instituições que têm bens culturais à sua guarda, a importância do seu estudo, documentação e conservação, funções consideradas de máxima importância para a preservação de memória.

Nas últimas décadas, o advento da globalização trouxe uma maior facilidade na partilha de experiências e de conhecimento, aliado ao desenvolvimento da *world wide web*, que nos permitiu um acesso rápido à informação. Isto levou a um reforço da interdisciplinaridade e da importância do trabalho em equipa e em rede. De facto, a troca de conhecimento técnico-científico tem provado ser uma mais-valia nas diferentes áreas de conhecimento, não as isolando como se estivessem fechadas e não possam ser usadas em campos aparentemente muito distintos. As instituições de salvaguarda de bens culturais, nomeadamente as instituições museológicas, não devem afastar-se desta interdisciplinaridade. Muito pelo contrário, devem procurá-la.

Os museus são, muitas vezes, perspetivados como instituições demasiado fechadas, constatando-se o envelhecimento dos seus quadros de pessoal, para além de todas as restrições económicas e financeiras que lhes têm sido impostas e que não lhes têm permitido contratar profissionais com

formação em diferentes áreas do conhecimento. Daí a importância do estabelecimento de parcerias entre várias instituições, da partilha de experiências e da procura por ferramentas acessíveis e que permitam, ao mesmo tempo, operacionalizar e simplificar processos. Para os museus, a documentação das suas coleções é uma atividade primordial, permitindo o estudo, a comunicação e a preservação da memória relativamente a cada objeto. O registo escrito é a forma mais utilizada para o efeito, sempre acompanhado pela imagem, embora, grande parte das vezes, sem muita definição e em suporte tradicional. O suporte digital e a tecnologia 3D vieram tornar visíveis, e de mais fácil interpretação, detalhes que anteriormente escapariam à nossa perceção visual. É neste contexto que se enquadra a tecnologia da Imagem de Transformação de Refletância (RTI, de *Reflectance Transformation Imaging*).

Objetivo e Metodologia

Este contributo foca-se, essencialmente, na apresentação da tecnologia RTI e nas suas potencialidades de utilização para o estudo, documentação, comunicação e preservação de bens culturais, tendo sido fundamentado em pesquisa documental.

1. Imagem de Transformação de Refletância

1.1. Fundamentos

A textura da superfície é, juntamente com a cor e a forma, uma das características mais importantes dos objetos. A textura permite reconhecer os materiais de suporte a um objeto. Além disso, a combinação de sombras e destaques produzidos pelas condições de iluminação nos padrões de textura permitem visualizar a matéria em três dimensões.

As superfícies dos objetos são exploradas por estudiosos de diversas áreas porque revelam a forma como o autor manipulou alguns materiais para criar uma obra de arte ou bem cultural e as alterações e vicissitudes pelas quais foi passando ao longo do tempo. A textura da superfície pode sofrer alterações causadas pelo envelhecimento natural dos materiais, uso, danos, ou mesmo devido a intervenções de conservação e restauro. A cor e a textura são algumas das principais fontes de informação usadas para avaliar a condição física de bens culturais, considerada em função de deformações, fraturas, fissuras, lacunas, corrosão, destacamentos, eflorescências salinas e muitas outras evidências que podem modificar e afetar negativamente os padrões originais de cor e textura pretendidos pelo(a)

artista (Manrique Tamayo. Valcarcel Andres & Osca Pons, 2013). As informações que podem ser obtidas a partir do exercício de inspeção e caracterização do estado de conservação de um objeto são essenciais para identificar os potenciais agentes de deterioração, planejar as ações adequadas e prever os seus resultados.

Documentar a textura de um objeto apresenta-se ainda como um desafio, uma vez que o que o nosso olho percebe é o resultado de uma interação dinâmica entre a forma do objeto e a iluminação, que não pode ser totalmente capturada por fotografias, desenhos técnicos ou imagens fixas. Tornou-se, por isso, necessário procurar ferramentas que aumentem a nossa capacidade de identificar, documentar, estudar e monitorizar as superfícies e as suas transformações. Uma dessas ferramentas pode ser a obtenção de Imagem de Transformação de Refletância (RTI), que se apresenta como uma alternativa para registar, transmitir e interpretar com maior precisão a textura, de forma simples, acessível e rápida.

Ao contrário das fotografias tradicionais, as imagens obtidas por RTI, com iluminação a partir de diferentes direções, permitem ver o objeto através de uma variedade de filtros que enfatizam consideravelmente a sua topografia, englobando uma ampla família de métodos de captura de imagem. A tecnologia foi inventada

e desenvolvida inicialmente por Tom Malzbender, Dan Gelb e Hans Wolters, que publicaram o primeiro artigo de referência (Malzbender, Gelb, & Wolters, 2001). Desde então, a RTI, com o seu potencial, tem tido uma mais ampla utilização, contando com um grande desenvolvimento promovido, a partir de 2002, pela Cultural Heritage Imaging (CHI) (2002-2019), uma instituição sem fins lucrativos que se dedica ao estudo e caracterização do estado de conservação de bens culturais. A CHI oferece a tecnologia, recursos humanos e ações de formação. Tudo isto através de parcerias com instituições especializadas em técnicas fotográficas.

Trata-se de uma técnica de fotografia computacional que faz uso da captura sistemática de imagens de um objeto fixo, iluminado de diferentes ângulos com o objetivo de perceber a sua forma e propriedades reflexivas, gerando um modelo virtual foto realista de alta qualidade. Este modelo digital é interativo, o que significa que o utilizador pode manipular a luz e iluminar o objeto de qualquer direção, o que permite aumentar a perceção dos detalhes da superfície. Em sintonia com López e Nieves (2014), a RTI não é apenas útil para ver a textura dos objetos sob diferentes ângulos de iluminação, mas também tem a capacidade de modificar as suas propriedades reflexivas, sem afetar a informação

topográfica. Através da aplicação de vários filtros de renderização é possível transformar o contraste entre alto e baixo-relevo, acentuar o brilho local, aumentar o brilho de toda a superfície ou diminuir os valores de cor para ver apenas as texturas, revelando detalhes sobre as irregularidades das superfícies, impossíveis de obter por outros meios fotográficos, espectros de iluminação ou mesmo examinando empiricamente o próprio objeto. Os substitutos digitais têm como objetivo representar o objeto real proporcionando o estudo científico sem a necessidade de experiência física direta. Mudge et al (2008) sugeriram a sua construção de forma empírica, para melhorar o desenvolvimento de técnicas para a representação digital, como material de origem para investigação científica. A RTI tem sido usada como modelo nessa construção empírica de conteúdos digitais. A equipa descreve três tipos de transformações de refletância que permitem a visualização interativa do objeto com mais rigor, a saber:

- a) Aperfeiçoamento especular, que adiciona realce à função de refletância, facilitando a visualização de objeto com texturas menos proeminentes;
- b) Ganho difuso, uma transformação analítica que mantém fixa a normal por pixel mas

umenta a curvatura da iluminância da função da refletância;

c) Extrapolação da direção da luz, parametrização da luz para cada coordenada, tornando a sua direção mais oblíqua do que seria fisicamente possível.

A tecnologia tem sido utilizada em diferentes mas interligadas áreas, como por exemplo: Na do Património Cultural, onde a CHI é a organização grande impulsionadora (CHI, 2002-2019); Na da Conservação, onde instituições como a National Gallery e a Tate exploraram a técnica na sua coleção, obtendo resultados positivos (Padfield, Saunders & Malzbender, 2005); Na da Paleontologia, onde provou ser útil na obtenção de informação sobre fósseis especificamente nos espécimes com baixo contraste de cor ou baixo, mas definido, relevo (Hammer, Bengtson, Malzbender & Gelb, 2002).

1.2. Mapeamento de Textura

Polinomial

A perceção da superfície é crucial para a interpretação de imagens. No âmbito do aprimoramento da imagem, encontramos uma variedade de métodos que tornam os detalhes das superfícies mais evidentes. Para Malzbender, Gelb, Wolters e Zuckerman, (2004), os que utilizam o contraste, a

equalização e máscaras são úteis para a análise de imagens. No entanto, são apenas bidimensionais.

Em Manrique Tamayo, Valcarcel Andres & Osca Pons, (2013) percebe-se que os valores de refletividade de um objeto, a sua refletância, dependem do ângulo de inclinação e profundidade relativa de cada segmento da superfície. Quando é plana ou lisa, em comparação, comporta-se como um espelho perfeito e apresenta uma reflexão especular, onde o feixe é refletido com uma direção específica com o mesmo ângulo que o feixe incidente. Quando um material tem textura, a luz encontra superfícies com diferentes graus de inclinação e é refletida em diferentes direções, dando lugar ao que percebemos como reflexão difusa. Enquanto a reflexão especular produz pequenos, mas mais intensos, destaques e mais sombras, a reflexão difusa produz reflexões mais amplas, com menos contraste e uma transição mais subtil entre luzes e sombras.

Conforme referido, em 2002, Hammer e sua equipa, usaram a técnica de RTI no estudo de fósseis do período Câmbrio (Hammer, Malzbender & Gelb, 2002). Até então, o aperfeiçoamento das imagens digitais estava limitado à análise de uma só imagem que continha uma mistura de cor, refletância e contraste em 2D. O método do Mapeamento

de Textura Polinomial (PTM, de *Polynomial Texture Mapping*) foi usado para explorar diferentes tipos de fósseis com relevos, cores e refletância variadas. Os fósseis de alto-relevo são geralmente mais fáceis de fotografar do que os de baixo-relevo, apresentando melhoria em relação às imagens não transformadas.

Em geral, os PTM são criados a partir da reflexão da luz num corpo, que depende tanto das particularidades da fonte de luz quanto da superfície que é iluminada isto é, a textura. O uso de mecanismos de aperfeiçoamento de contraste provou ser útil, não apenas na documentação, mas também na interpretação das características das superfícies que, de outra forma, não seriam detetadas (Dellepiane, Corsini, Calliere & Scopigno, 2006).

Alargando o campo de aplicação, Padfield, Saunders e Malzbender (2005) ensaiam o PTM como uma nova ferramenta para o estudo da superfície de pinturas. A fotografia feita com luz rasante, num ângulo muito baixo, destaca texturas, isto é relevos de técnicas artísticas como o impasto, ou irregularidades como incisões, destacamentos ou deformações nos suportes. No entanto, esta forma de exame apresenta dois grandes problemas. Como a luz rasante é apontada normalmente em apenas uma ou duas posições, a informação recolhida depende fortemente da escolha da posição da luz. É também difícil documentar a posição da

luz com rigor, para que se volte a iluminar na mesma posição.

Para Mudge e Malzbender (2006), se os PTM são uma representação baseada na imagem da aparência de uma superfície, podem ser usados não só para alterar a direção da iluminação de forma interativa como também para aperfeiçoar a visibilidade dos detalhes da superfície. Assim, parecem ser a melhor solução para visualizar determinadas tipologias de objetos, como baixos-relevos, onde a informação recolhida pela re-iluminação é mais importante que a obtida pela geometria, por exemplo através dos modelos 3D.

1.3. O sistema de iluminação

O sistema com luzes estacionárias foi o primeiro usado pela equipa de Malzbender (Malzbender, Gelb & Wolters, 2001) para criar mapas de textura polinomial e consiste em construir uma estrutura hemisférica rígida com luzes dispostas em posições específicas, que são conhecidas antecipadamente (Fig. 1).

As vantagens do uso de cúpulas de luz reside na capacidade de se selecionar rapidamente a configuração das luzes e o número de capturas que são feitas em cada rotação. Para objetos de tamanho e configuração semelhantes, esse sistema é ideal. Não obstante, este método de iluminação possui algumas desvantagens: os

objetos devem medir menos de um terço das dimensões da cúpula e o custo da sua construção é elevado.



Fig. 1 - Cúpula de iluminação RTI. @Cultural Heritage Imaging

Considerando que objetos maiores exigem estruturas maiores, a sua construção pode ser bastante onerosa. Além disso, existem restrições de transporte e adaptação para investigações de campo, de modo que o seu uso é geralmente reservado para interiores ou contextos laboratoriais.

Em 2006, Tom Malzbender colaborou com investigadores da CHI para o desenvolvimento de uma técnica mais simples, mais barata e flexível do que a anterior. O resultado foi a criação do sistema com luzes conhecido como Hightlight-RTI (H-RTI), de realce, que elimina o requisito de conhecer antecipadamente a posição da fonte de iluminação e, em vez disso, permite que fique registada na fotografia e seja calculada mais tarde. Em vez de uma estrutura rígida, o método H-RTI requer apenas uma luz

em movimento ou um *flash* externo e duas esferas negras reflexivas que são colocados ao lado do objeto (Fig. 2). A luz produz reflexos especulares na superfície das esferas, que são registados nas fotografias.



Fig. 2 - Esfera negra reflexiva. @Cultural Heritage Imaging

Quando a sequência é processada, um programa de computador deteta as esferas e o brilho, determinando a posição exata e o ângulo da fonte de luz para criar o mapa de textura (CHI, 2002-2019; 2013; 2016).

Earl, Beale, Martinez e Pagi (2010) utilizaram os dois métodos e desenvolveram exemplos de cada um. O método de realce permitiu uma captura rápida de dados. Utilizaram-no numa variedade de contextos, incluindo captura no campo, captura em museu e a captura microscópica, em laboratório. Neste último, a aplicação provou ser particularmente vantajosa, com a exposição detalhada de pormenores de alteração e dano, como fissuração, destacamentos, perda de cor,

eflorescência de sais e deposições na superfície, quando utilizado um objeto de cerca de 2,3 cm de diâmetro.

1.4. Obtenção de imagens

Através da RTI, é possível produzir um modelo digital usando equipamentos fotográficos convencionais e seguindo uma metodologia muito específica, mas relativamente simples, de aprender. O processo é realizado em três fases: a) Captura fotográfica do objeto; b) Síntese do mapa de textura polinomial e, por último; c) Visualização do objeto virtual.

a) Captura fotográfica

Na criação de uma imagem RTI de uma superfície, é capturada uma sequência de fotografias do objeto, usando uma câmara fixa e uma luz portátil. Para tornar a captura efetiva e obter o correspondente mapa de textura, a fonte de luz é mantida à mesma distância do objeto e as diferentes posições escolhidas são distribuídas uniformemente à volta do objeto, para que a amostra seja representativa. Para conseguir isso, a sequência de iluminação é feita sistematicamente tentando criar uma cúpula imaginária de luzes. Uma maneira simples de obter uma distribuição uniforme é dividir em doze segmentos o espaço em torno do objeto, como as horas de um relógio, em que cada hora representa uma nova posição de

iluminação. A fonte de luz é colocada em três, quatro ou mesmo sete ângulos de inclinação diferentes e é tirada uma fotografia para cada ângulo (English Heritage, 2013) (Fig. 3).

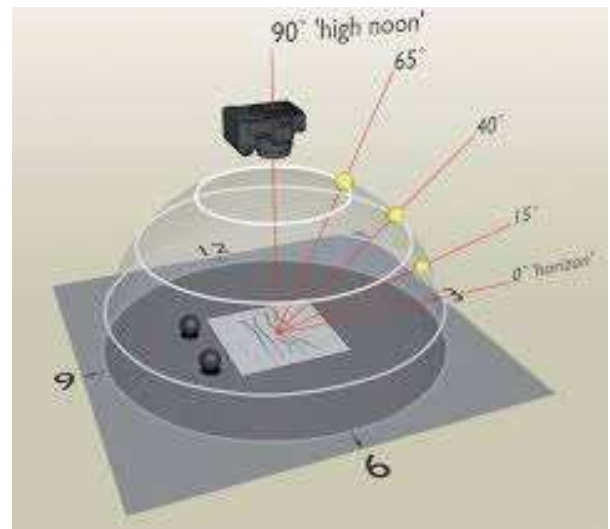


Fig. 3 - Cúpula virtual. @English Heritage

Como a distância entre objeto e fonte permanece constante, aproximadamente 3 ou 4 vezes a comprimento do objeto, a combinação das diferentes posições e ângulos forma um hemisfério imaginário e, como resultado, há entre 40 e 80 fotografias cujos pontos de iluminação estão bem distribuídos sobre o hemisfério. Um dos requisitos indispensáveis para obter um mapa de textura exato é que não exista movimento entre cada fotografia, o que significa que tanto a câmara, como a base, as esferas e o próprio objeto devem permanecer completamente imóveis durante toda a sessão (Fig. 4a).

O mesmo acontece com o nível de iluminação. Manter uma medida constante entre o objeto

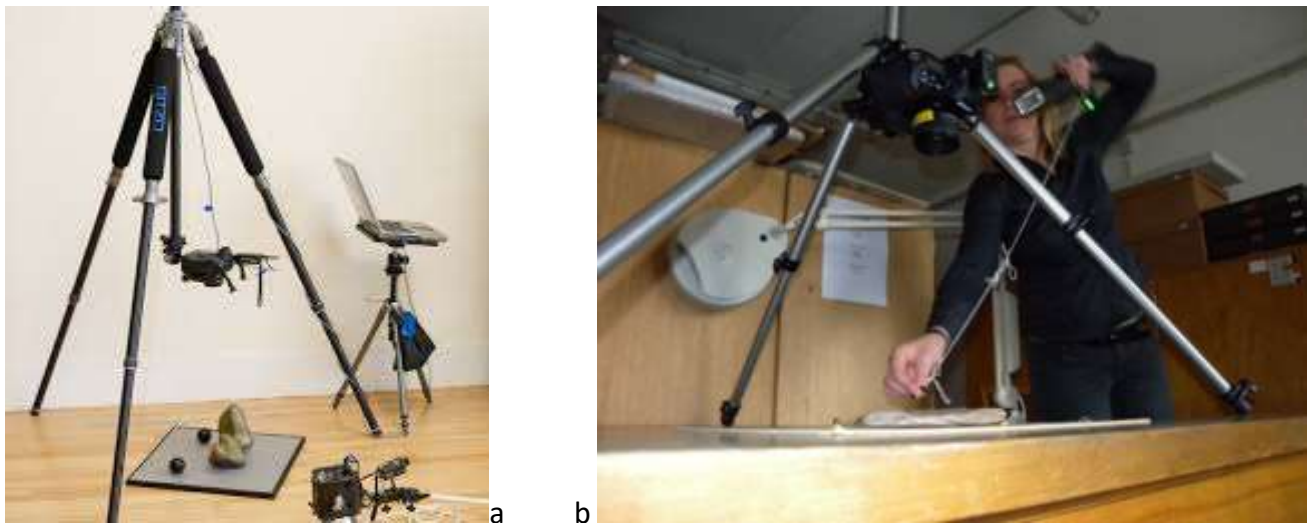


Fig. 4 - Montagem para captura de imagens H-RTI: a - © Hembo Pagi; b - © Cultural Heritage Imaging.

e a fonte de luz, com auxílio de uma simples corda (Fig. 4b), e a mesma velocidade e abertura do diafragma impedem que o programa de processamento interprete a variação na intensidade dos píxéis como uma variação nas características reflexivas da superfície (Mudge, Malzbender, Schroer & Lum, 2006). A cúpula é a materialização da forma que virtualmente temos quando utilizamos a corda. Os ângulos adotados para a direção da luz formam, por isso, uma cúpula virtual.

A distribuição por PTM recorre a uma cúpula geodésica de braços robóticos e arcos, cúpulas hemisféricas (incluindo sistemas portáteis) e outros sistemas de controlo de movimento (Earl, Beale, Martinez, & Pagi, 2010).

b) Processamento das imagens. Síntese do mapa de textura polinomial

As fotografias devem ser capturadas em formato RAW, que fornece a máxima qualidade de imagem, não adiciona configurações automáticas, ao contrário do formato JPEG, e permite um registo completo da manipulação das imagens. Para se obter o mapeamento de textura polinomial, é usado o *software* RTI *Builder* (CHI, 2002-2019), que localiza a fonte de luz usada em cada fotografia e analisa os níveis de iluminação de cada pixel para definir as normais de superfície (Malzbender, Gelb & Wolters, 2001). Para detetar as esferas, o utilizador deve indicar ao programa a sua localização aproximada numa das imagens e, com isso, o programa deteta tanto as esferas como o centro absoluto do brilho deixado pela luz, que indica a posição e o ângulo preciso da fonte utilizada em cada fotografia. Com esta

informação, o processamento é realizado, dando origem a dados arquivados de extensão .rti ou .ptm, dependendo do algoritmo que o utilizador escolher no início. Esta decisão depende do que é considerado uma prioridade: enquanto os ficheiros .rti produzem imagens com maior rigor de cor e textura, mesmo para objetos muito brilhantes ou transparentes, os ficheiros .ptm têm menor realismo, mas um maior número de filtros de renderização (CHI, 2013).

c) Visualização das imagens

Os mapas de textura são visualizados através de um programa de computador chamado RTI Viewer. Este programa permite ao utilizador usar uma luz virtual para iluminar a superfície do objeto de forma interativa, tendo a opção de mudar a direção da fonte de luz. O programa mostra o objeto como se fosse tridimensional (CHI, 2013; 2016).

Com o RTI Viewer pode usar-se uma série de filtros de renderização ou modificadores para ajustar a refletância da superfície do objeto, mas ao mesmo tempo manter as características topográficas fixas. Os filtros disponíveis são, por exemplo (Fig. 5):

Predefinido. O objeto é visto sem nenhum filtro. Neste modo, como em todos os outros, a direção da iluminação pode ser alterada, para obter múltiplas imagens, bem como se pode ampliar cada imagem ampliada, para analisar os detalhes caso seja necessário;

Ganho difuso. É uma variação artificial das propriedades do objeto para aumentar o contraste entre pixéis adjacentes (Earl, Beale, Martinez & Pagi, 2010). Melhora a percepção da morfologia da textura aumentando a diferença de profundidade entre relevos. Esta renderização tende a introduzir alterações de cor. Portanto, não é recomendável para avaliar a cor real (CHI, 2013; 2016);



Fig. 5 - Imagens do retrato de múmia romana, pintura sobre madeira, submetidos a diferentes filtros de renderização. Esquerda: Predefinido; Centro: Ganho difuso; Direita: Ganho especular. © British Museum.

Ganho especular. Melhora a percepção da textura adicionando destaques a objetos, principalmente difusos (Earl, Beale, Martinez & Pagi, 2010), tornando as superfícies mais brilhantes;

Máscara. Enfatiza as mudanças na cor e profundidade, para afinar as formas e até mesmo melhorar o foco de uma imagem desfocada (Palma, Corsini, Cigoni, Scopigno & Mudge, 2010).

Note-se que todas as funções do RTI *Viewer* são interativas e o seu propósito não é criar uma imagem única e perfeita, mas fornecer uma ferramenta em que a iluminação selecionada pelo utilizador é respeitada e otimizada para permitir uma experiência exploratória dinâmica e controlável que simula e melhora a análise do objeto (Palma, Corsini, Cigoni, Scopigno & Mudge, 2010).

1.5. Ferramenta para estudo de superfícies

A preservação dos bens culturais implica a observação, interpretação e documentação da sua superfície, pois é nela que são perceptíveis as características e evidências de alteração dos materiais. A superfície desempenha um papel importante na percepção dos materiais de que são compostos os objetos, assim como na estimativa da sua potencial idade. É também

importante no que concerne à obtenção de conhecimento sobre as propriedades ou as alterações químicas ou físicas que tenham ocorrido no interior do objeto e que podem ser detetadas na superfície como depósitos cristalinos, partículas resultantes da atividade de insetos, amarelecimento do papel por conteúdo ácido, perda de brilho e rugosidade na superfície do mármore por deterioração química, perda de brilho, escurecimento ou variação de cor da superfície do metal, entre outros (Manrique Tamayo, Valcarcel Andres & Osca Pons, 2013).

A interação da superfície com a luz, também determina a nossa percepção a partir da qual definimos objetos como translúcidos, opacos ou transparentes. Enquanto para a cor existem alguns meios para a definir objetivamente, como a colorimetria, não existem muitos sistemas similares para se qualificar a aparência da textura ou as suas transformações. Por isso, geralmente, é expressa em termos gerais de rugosidade, regularidade, brilho ou granulação.

Obter uma caracterização precisa da textura é tarefa difícil uma vez que não é uma qualidade imutável. No entanto, a monitorização e documentação periódica relativas às suas alterações constituem informação crucial para avaliação de vulnerabilidades e de políticas de gestão de risco (Homem, 2010). Para além

disso, a textura pode ser percebida de forma diferente, dependendo da iluminação e do observador. Não obstante, a determinação exata de muitas qualidades é possível graças a novas técnicas informáticas, em particular as da fotografia computacional (Manrique Tamayo, Valcarcel Andres & Osca Pons, 2013).

1.6. RTI, uma alternativa aos digitalizadores 3D?

Originalmente desenvolvidos para aplicações em programas espaciais na década de 60 do século XX, os digitalizadores 3D foram usados noutras indústrias para criar modelos tridimensionais de objetos de investigação. No campo do património cultural são usados principalmente na arqueologia para fazer estudos métricos, criar representações 2D e 3D fiáveis dos artefactos ou achados, ou para fazer inventários tipológicos, pelo que são muito apreciados pela contribuição com dados objetivos e precisos (Manrique Tamayo, Valcarcel Andres & Osca Pons, 2013).

Apesar do seu desempenho e utilidade, os digitalizadores 3D também possuem algumas limitações para a caracterização exata das superfícies. Embora possam atingir os níveis sub-milimétricos, a aparência do modelo resultante geralmente não é totalmente real, uma vez que a geometria do objeto é capturada mais precisamente se a textura for

removida. Portanto, na maioria dos casos, os padrões de cor, refletância ou as texturas subtis são documentadas fotograficamente de forma separada e posteriormente adicionadas ao modelo digital, como um invólucro, para lhe dar mais realismo. As características do material, o seu comportamento reflexivo e a textura fornecem informações importantes para o estudo de objetos, de modo que as ferramentas que apenas codificam a forma tridimensional não podem capturar todas as qualidades dos materiais (Earl, Beale, Martinez & Pagi, 2010). Por esse motivo, embora a descrição geométrica das texturas feitas com os digitalizadores 3D seja precisa, a informação não é muito prática para tarefas de diagnóstico, uma vez que a forma como os traços são percebidos pelos observadores não é diretamente fornecida pela análise. Em contraste, a RTI não fornece valores de medição absolutos mas mostra uma visão única do objeto, uma representação exata da textura, da cor, e dos padrões de refletância, através de imagens que transmitem informação tridimensional real. Outras das limitações importantes dos digitalizadores 3D são o seu alto custo e o nível de especialização necessário para a sua utilização. As várias horas de trabalho que o pós-processamento exige e o nível considerável de conhecimento técnico limitam o seu uso generalizado (Earl,

Beale, Martinez & Pagi, 2010). Em contraste, as imagens RTI são obtidas com equipamentos e técnicas fotográficas convencionais e os resultados podem ser experimentados e comunicados imediatamente. Cada técnica fornece dados complementares úteis para o estudo das texturas. Enquanto o digitalizador 3D fornece informações espaciais precisas, as imagens RTI têm uma informação mais exata. Para instituições ou indivíduos com limitações económicas, que não possuem equipamento, conhecimento de processamento ou suporte técnico, ou para aqueles que já possuem equipamentos fotográficos e de informática básicos, o método RTI é a opção mais prática e acessível para documentar e transmitir informações sobre a configuração da superfície dos bens culturais.

1.7. RTI, uma alternativa à fotografia com luz rasante?

A luz rasante é uma técnica de exame topográfico que usa iluminação direcionada para a superfície em ângulo oblíquo baixo (20° em relação ao plano), para criar contrastes entre os altos e baixos-relevos, realçando, assim, a referida superfície. No entanto, como instrumento de diagnóstico, este tipo de fotografia tem limitações significativas: há perda de informações e é difícil reproduzir os

ângulos de iluminação exatos. Para que uma fotografia feita com luz rasante represente corretamente a tridimensionalidade de um objeto, deve haver um bom contraste tonal entre os relevos. Para além disso, este tipo de captura impede o registo da posição exata da luz, tornando quase impossível voltar a obter o mesmo ângulo de iluminação para poderem comparar-se imagens feitas antes e depois do que se pretende estudar (Padfield, Saunders & Malzbender, 2005). Com a RTI, as imagens podem ser iluminadas praticamente de qualquer direção e aplicando diferentes filtros de renderização, sendo possível selecionar de forma simples as configurações que transmitem a melhor qualidade de informação, independentemente da direção da luz usada para criar a imagem. Por outro lado, a combinação de cor, textura e iluminação dá origem a uma imagem mais próxima da perceção real das propriedades tridimensionais dos objetos (Mudge et al., 2008).

1.8. Vantagens da RTI como instrumento de investigação através de imagens

O método assenta numa técnica não destrutiva e não invasiva, em que a extrapolação da direção da luz permite que uma maior superfície seja iluminada do que durante a

captura, o que permite a representação de posições de iluminação muito mais inclinadas do que é fisicamente possível. Não há perda de informação devido a sombras ou brilhos especulares. Quando se tem um número suficiente de amostras de iluminação para gerar um padrão exato do reflexo da luz na superfície, os dados perdidos ocasionalmente, pelos tons intensos ou brilho, podem ser substituídos por interpolação precisa de valores disponíveis (Mudge et al., 2008). Como nas fotografias convencionais, a resolução das imagens de RTI depende da capacidade da câmara, da distância do foco e lentes usadas. No entanto, graças às informações obtidas através das normais, é possível ampliar a imagem além do que seria possível para uma fotografia digital convencional.

O programa RTI *Builder* arquiva os metadados de origem, o que é essencial para a criação de réplicas digitais para que, no futuro, investigadores possam consultar os arquivos e conhecer as melhorias ou mudanças que foram aplicadas às imagens originais. Como arquivo documental, as imagens RTI são baratas, rápidas de criar, fáceis de arquivar. É possível usar a RTI em combinação com outras ferramentas, como microscópios ou iluminações em ultravioleta e infravermelho.

Devido ao seu baixo custo, é muito acessível. Consta-se uma enorme diversidade de

qualidades e preços em ambos os tipos de equipamento, fotográfico e informático, que podem ser usados. No entanto, a precisão do mapa de textura não depende tanto do equipamento mas sim do cuidado que é colocado em seguir uma metodologia rigorosa durante a sessão de captura e processamento.

A RTI é compatível com diferentes configurações para capturar objetos de tamanhos e formas diferentes. Devido à sua facilidade de adaptação, também é possível usá-la no campo, em espaços pequenos ou de difícil acesso. É simples e pode ser aprendida rapidamente. Depois das condições de enquadramento e captura estarem estabelecidas, os programas de computador para RTI são intuitivos e nenhum suporte técnico importante é necessário para os usar.

1.9. Limitações da RTI

Embora a textura seja representada de forma realista, a imagem não fornece medições de profundidade. Como as características da textura de um objeto variam de acordo com a iluminação, é importante que os utilizadores reconheçam quando estão a observar uma textura real ou um efeito ótico, para não identificarem informações falsas. Leva mais tempo e esforço do que a captura convencional de fotografias e, normalmente, o processo de captura gera um grande número de imagens,

algumas das quais podem ter até 60 MB, o que requer muito espaço de memória no computador para arquivar e processar.

O método H-RTI permite a captura de imagens de objetos de diferentes tamanhos. No entanto, apresenta também alguns desafios técnicos: a distância entre o objeto e a fonte de luz deve ser, pelo menos, o dobro do tamanho do primeiro e, por vezes, o espaço de captura pode não ser suficiente para criar uma cúpula completa. Em alguns casos é também difícil alcançar certos ângulos ou são necessárias luzes mais potentes para iluminar o trabalho corretamente.

Considerações Finais

A tecnologia de RTI enquadra-se, portanto, no contexto da categoria *low-tech*, em relação a outras técnicas fotográficas, não necessitando de pessoal especializado para ser implementada e operacionalizada. Ademais, trata-se de uma tecnologia utilizada em muitas instituições em todo mundo, o que proporciona uma troca de experiências e informação sobre a melhor utilização, sempre cientificamente fundamentada, e que promove uma preservação a longo prazo da informação relativa aos objetos, a sua representação física. Será importante que possa ser colocada ao serviço, também, da sua preservação física,

como ferramenta de apoio a um plano de gestão de riscos (Homem, 2010).

Considerando a sua evolução e aplicação aos bens culturais, poderá ter um papel importante na documentação e descoberta de danos ou áreas de maior fragilidade. A importância da documentação de cada objeto com imagens obtidas por RTI prende-se com a monitorização e documentação relativa ao seu estado de conservação, o que, devidamente estudado, será fundamental para a definição ou (in)validação de políticas e práticas de preservação. Esta documentação pode ser também trabalhada com outras instituições ou investigadores que se deparem com problemas semelhantes, o que se classifica como sendo uma mais-valia na troca de conhecimento para mais ajustada tomada de decisão, em completa sintonia com Michalski (1994).

Agradecimentos

A autora agradece aos amigos que a encorajaram na viagem pela Gestão do Património, sem a qual não teria sido explorada a realidade do Mestrado de Museologia, e à orientadora Paula Menino Homem, pela ajuda nas escolhas e decisões.

Oliveira, I. (2018). Imagem de Transformação de Refletância (RTI). Características de interesse para o estudo e preservação de coleções. In P. M. Homem, A. Marques & M. Santos (Eds.), *Ensaios e Práticas em Museologia* (Vol. 07, pp. 85-102). Porto: Universidade do Porto, Faculdade de Letras, DCTP.

Referências

CHI (2002-2019). *Process: RTIBuilder Download*. São Francisco: Cultural Heritage Imaging. [Em linha]. Disponível em: http://culturalheritageimaging.org/What_We_Offer/Downloads/Process/, a 26 de maio de 2016.

CHI (2013). *Reflectance Transformation Imaging: Guide to Highlight Image Capture v2.0*. São Francisco: Cultural Heritage Imaging.

CHI (2016). *Reflectance Transformation Imaging*. São Francisco: Cultural Heritage Imaging. [Em linha]. Disponível em <http://culturalheritageimaging.org/Technologies/RTI/>, a 26 de maio de 2016.

Dellepiane, M., Corsini, M., Callieri, M., & Scopigno, R. (2006). High quality PTM acquisition: Reflection Transformation Imaging for large objects. In M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci, & K. Mania (Eds.), *The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST (2006)* (pp. 179-186). Cyprus: The Eurographics Association.

Earl, G., Beale, G., Martinez, K., & Pagi, H. (2010). Polynomial texture mapping and related imaging technologies for the recording, analysis and presentation of archaeological materials. In J. P. Mills, D. M. Barber, P. E. Miller, & I. Newton (Eds.), *Proceedings of the ISPRS Commission V Mid-Term Symposium 'Close Range Image Measurement Techniques', Newcastle, UK (21–24 June 2010)* (pp. 218-223). Newcastle, UK: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

English Heritage (2013). *Multi-Light Imaging for Heritage Applications*. Southampton: English Heritage.

Hammer, Ø., Bengtson, S., Malzbender, T., & Gelb, D. (2002). Imaging fossils using reflectance transformation and interactive manipulation of virtual light sources. *Palaeontologia Electronica*, 5(4), 1-9.

Homem, P.M. (2010). Riscos, museus e vulnerabilidades. *Mestrado em Museologia*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

López, G.-T. E., & Nieves, A. (2014). Reflectance Transformation Imaging (RTI) at two petroglyph sites in Peru: production techniques, deterioration, and conservation. In Z. Yasha (Ed.), *A Monograph of Rock Art Research and Protection* (pp. 214-226). China: Tibetology Publishing House.

Malzbender, T., Gelb, D., & Wolters, H. (2001). Polynomial Texture Maps. In L. Pockock (Ed.), *SIGGRAPH '01 Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* (pp. 519-528). Los Angeles, CA, USA: ACM Press.

Oliveira, I. (2018). Imagem de Transformação de Refletância (RTI). Características de interesse para o estudo e preservação de coleções. In P. M. Homem, A. Marques & M. Santos (Eds.), *Ensaio e Práticas em Museologia* (Vol. 07, pp. 85-102). Porto: Universidade do Porto, Faculdade de Letras, DCTP.

Malzbender, T., Gelb, D., Wolters, H., & Zuckerman, B. (2004). Enhancement of shape perception by surface Reflectance Transformation. In M. D. Jackson (Ed.), *Proceedings of the Vision, Modeling, and Visualization Conference 2004 (VMV 2004), Stanford, California, USA, November 16-18, 2004* (pp. 1-3). Palo Alto, Ca, USA: Hewlett-Packard Company.

Manrique Tamayo, S.N., Valcarcel Andres, J., & Osca Pons, J. (2013). Applications of reflectance transformation imaging for documentation and surface analysis in conservation. *International Journal of Conservation Science*(4), 535-548.

Michalski, S. (1994). Sharing responsibility for conservation decisions. In P. B. W. E. Krumbein, D.E. Cosgrove & S. Staniforth (Ed.), *Durability and Change: The Science, Responsibility, and Cost of Sustaining Cultural Heritage* (pp. 241-258). Chichester: John Wiley & Sons.

Mudge, M., Malzbender, T., Chalmers, A., Scopigno, R., David, J., Wang, O., et al. (2008). *Image-Based Empirical Information Acquisition, Scientific Reliability, and Long-Term Digital Preservation for the Natural Sciences and Cultural Heritage. Cross-Fertilization between Computer Graphics, Computer Vision and Human-Computer Interaction*. Creta: Eurographics Association.

Mudge, M., Malzbender, M.T., Schroer, C., & Lum, M. (2006). New Reflection Transformation Imaging methods for rock art and multiple-viewpoint display. In M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci & K. Mania (Eds.), *VAST06: 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage* (pp. 195-202). Nicosia: Eurographics Association.

Padfield, J., Saunders, D., & Malzbender, T. (2005). Polynomial texture mapping: A new tool for examining the surface of paintings. In J. Bridgland (Ed.), *Proceedings of the ICOM 14th Triennial Meeting* (Vol. 1, pp. 1-7). The Hague: ICOM_Committee for Conservation.

Palma, G., Corsini, M., Cignoni, P., Scopigno, R., & Mudge, M. (2010). Dynamic shading enhancement for reflectance transformation imaging. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 3(2) Article 6. [Em linha]. Disponível em: <http://vcg.isti.cnr.it/Publications/2010/PCCSM10/jocch2010.pdf>, a 26 de maio de 2016.