



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
*Departamento de Engenharia Informática*

## **Marcas de água digitais**

Sistemas Multimédia  
4º ano – 1º semestre

**Trabalho de:**

Miguel Ricardo Real Santos

Nuno Ricardo Simões Ferreira

[miki@student.dei.uc.pt](mailto:miki@student.dei.uc.pt)

[nrsimoes@student.dei.uc.pt](mailto:nrsimoes@student.dei.uc.pt)

## Índice

Breve resumo.....	2
Breve nota sobre o <i>copyright</i> .....	2
Introdução .....	2
<i>O que são as marcas de água digitais?</i> .....	2
<i>Como surgiram as marcas de água digitais?</i> .....	3
Requisitos das marcas de água digitais.....	3
Tipos de marcas de água digitais .....	4
<i>Visíveis</i> .....	4
<i>Invisíveis</i> .....	5
<i>Comparação entre Visíveis e Invisíveis</i> .....	5
Classificação das marcas de água digitais.....	6
<i>Inserção</i> .....	6
<i>Detecção</i> .....	7
<i>Detecção sem a informação original</i> .....	7
Limitações das marcas de água digitais .....	7
<i>Testes realizados</i> .....	7
<i>Remoção de marcas de água</i> .....	7
<i>Sistemas de busca na Internet</i> .....	8
Marcas de água digitais aplicadas a áudio e vídeo – breve referência .....	8
Conclusão .....	9
Referências .....	10

## Breve resumo

Neste texto procura-se dar uma ideia do que são as marcas de água digitais, como surgiram, quais os tipos de marcas de água existentes e que métodos se usam para a inserção e detecção das mesmas.

Embora se incida mais nesta técnica aplicada a imagens, vamos também abordar alguns aspectos das marcas de água aplicadas a áudio e vídeo.

Demonstraremos algumas das limitações das marcas de água digitais e terminaremos com uma breve conclusão sobre este assunto tão importante para a protecção dos direitos de autor.

## Breve nota sobre o *copyright*

O *copyright* é associado aos criadores, sejam eles de fotografias, vídeos, músicas, poemas, pintores ou de outra área qualquer e tem como objectivo proteger os seus investimentos na criação dos seus produtos.

Para um fotógrafo, por exemplo, estamos a falar do investimento que ele efectuou em equipamento fotográfico. E não se trata apenas do investimento realizado em material mas também do esforço e tempo despendido na realização das suas obras e na aprendizagem das técnicas para o desenvolvimento do seu trabalho.

## Introdução

### ***O que são as marcas de água digitais?***

A marca de água é uma técnica usada em meios digitais, tais como imagens, áudio, vídeo e texto, que acrescenta, a esses mesmos meios, vária informação de *copyright*. Exemplo dessa informação é o autor ou proprietário do meio digital. A marca de água é integrada no próprio conteúdo do meio digital e por isso não requer espaço adicional ou a criação de um novo formato.

Como a marca de água está presente em todas as cópias (que não sejam alteradas) da imagem original, a marca de água serve também de assinatura digital para cada uma dessas mesmas cópia. Uma determinada marca de água digital pode ser usada unicamente numa cópia, para por exemplo, identificar o receptor do documento, ou então ser comum a várias cópias, o que pode servir para identificar a fonte do documento. Em qualquer dos casos, a aplicação da marca de água digital faz com que exista uma transformação do documento original noutra ligeiramente diferente. Isto distingue o *digital watermarking* do *digital fingerprinting* onde o ficheiro original permanece intacto e um novo ficheiro é criado. Esse ficheiro descreve o conteúdo do ficheiro original.

O *digital watermarking* também é diferente da chave pública de encriptação (que também transforma a mensagem original noutra de outro formato). Nos nossos dias é uma prática comum encriptar documentos digitais para que não possam ser visualizados senão pelos destinatários desses mesmos documentos.

Assim sendo, o uso de marcas de água digitais deixa a imagem ou o ficheiro original praticamente intacto e reconhecível. Além disso, como assinaturas, só podem ser validadas com *software* especial.

### **Como surgiram as marcas de água digitais?**

A enorme popularidade da Internet no princípio dos anos 90 demonstrou o enorme potencial comercial que os recursos multimédia ofereciam através das redes digitais. A Internet é a maior fonte de informação e devido ao seu enorme público as questões de *copyright* e de plágio tornaram-se preocupantes para os autores de trabalhos publicados na Web.

Também as empresas que começaram a usar as redes digitais para mostrar os seus produtos multimédia e que têm em vista a sua comercialização, revelam interesse em promover a protecção dos seus direitos de propriedade ou de autor em relação aos seus produtos.

As marcas de água digitais têm sido propostas como um meio de alcançar esse objectivo.

### **Requisitos das marcas de água digitais**

Para que a protecção dos direitos de autor seja eficaz, a marca de água numa imagem tem que satisfazer certos parâmetros:

1. As marcas de água devem ser imperceptíveis de modo a que não possam ser removidas por pessoas não autorizadas. Só devem ser detectáveis pelo seu autor.
2. A marca de água deve “sobreviver” a processos e modificações que são comuns acontecer nas aplicações de tratamento de imagens (mudança de tamanho, *dithering*, *cropping*, compressão), isto é, tem que ser robusta.
3. As marcas de água têm de identificar o proprietário com uma probabilidade de erro tão pequena quanto possível. Esta autenticação sem possibilidade de erro é um requisito de qualquer mecanismo de verificação de autenticidade.
4. A segurança dos métodos de implementação de marcas de águas não tem de ser baseada no segredo dos algoritmos, pois isso não significa que os métodos sejam inquebráveis, tal como todos os métodos de criptografia.
5. É aconselhável que a detecção de cópias piratas possa ser feita sem a informação original. Se tal fosse necessário os requisitos dos sistemas iriam aumentar imenso.
6. Também a complexidade dos algoritmos de codificação/descodificação de marcas de água deve ser eficiente, de modo a que os tempos de resposta não sejam demasiado elevados.

7. Deve existir integridade, isto é, deve ser possível a detecção de mudanças significativas na informação digital.

## Tipos de marcas de água digitais

As marcas de água podem ser visíveis ou invisíveis para a vista humana. No caso do áudio as marcas de água são inaudíveis.

### Visíveis

Uma marca de água visível é basicamente uma imagem translúcida que é sobreposta à imagem original. As marcas de água visíveis têm por finalidade servir de advertência ao uso indevido. Normalmente consiste no logotipo da empresa que detém os direitos sobre a imagem. Podemos comparar este tipo de marca de água a um selo que marca a imagem.

Uma das vantagens das marcas de água visíveis é que o valor comercial das imagens diminui.



Figura 1 – Imagem com marca de água visível

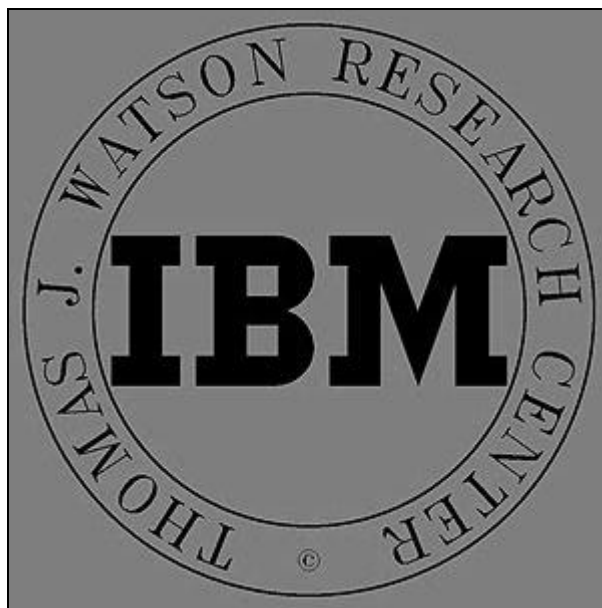


Figura 2 – Marca de água

### **Invisíveis**

As marcas de água invisíveis por outro lado, são potencialmente muito úteis na identificação da fonte, do autor, do criador, do dono, do distribuidor ou do utilizador autorizado a possuir o meio digital em causa. Para que este objectivo seja sempre satisfeito é necessário que a marca de água permaneça inalterável ao longo dos tempos, de modo a nunca ser possível existirem dúvidas acerca daqueles atributos. Na possibilidade de uso ilícito, a marca de água digital facilita a reclamação de propriedade da obra em causa, o pagamento das receitas devido ao *copyright* e o sucesso na acusação aos utilizadores que não respeitem os direitos de autor.

Este tipo de marcas apenas é visível com o *software* apropriado.



**Figura 3 – Imagem com marca de água invisível**

Esta imagem foi marcada através do método da Digimarc, que vem incluído no Paint Shop Pro 6. A informação contida na marca de água é o ID do autor (578032), o ano do *copyright* (1998) e os atributos da imagem (“Restricted, Do Not Copy”). Através do Digimarc MarcCentre ficamos a saber que o proprietário da imagem é Nuno Ferreira.

### **Comparação entre Visíveis e Invisíveis**

Na tabela seguinte compara-se os benefícios de ambos os tipos de marcas de água. Estes foram divididos em primários (assinalados com ‘p’) e secundários (assinalados com ‘s’).

<b>Benefício</b>	<b>Visíveis</b>	<b>Invisíveis</b>
<i>impedimento contra furto</i>	p	p
<i>diminuição do valor comercial sem utilidade</i>	-	p
<i>desencorajar a duplicação não autorizada</i>	p	s
<i>autenticação digital</i>	s	p
<i>identificação da fonte</i>	p	s

**Tabela 1**

## Classificação das marcas de água digitais

O método de criação de marcas de água inclui necessariamente duas fases:

- como é que a marca de água vai ser inserida;
- como recuperá-la para obter a autenticação.

### Inserção

No que respeita à inserção da marca de água, existem três opções:

- ***Spatial Domain Watermarks***: esta técnica insere informação adicional à imagem usando transformadas espaciais. Exemplos:
  - codificação “LSB” (Least Significant Bit)
  - codificação “Texture Block”
  - codificação “Patchwork”
- ***Transform Domain Watermarks***: esta técnica transforma os dados para o domínio de uma das seguintes transformadas: *Fast Fourier Transform*, *Discrete Cosine Transform* ou *Wavelet*. A inversa dessa transformada contém a informação final.  
Foi provado que esta técnica é muito resistente à compressão de imagens com perdas como, por exemplo, o JPEG.
- ***Hybrids***: mistura dos dois processos anteriores de forma a melhorar a robustez da informação final.

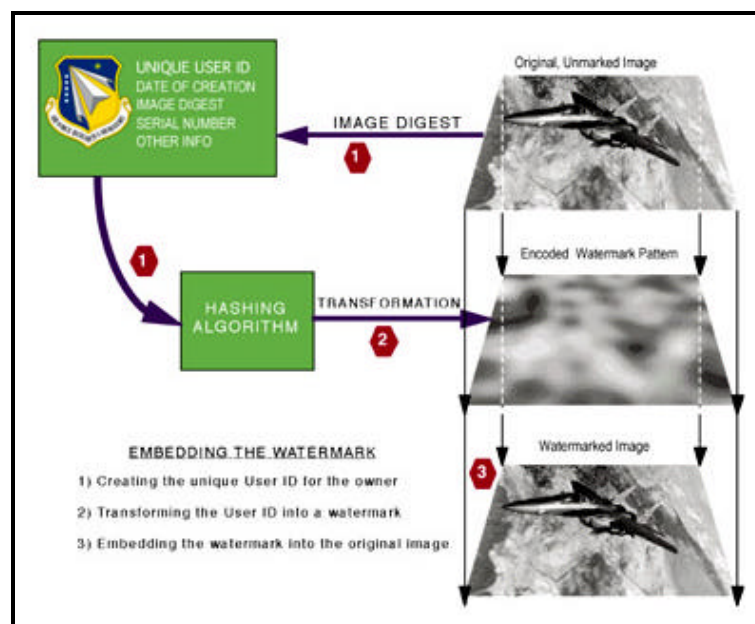


Figura 4 – Processo de inserção de uma marca de água

Na figura anterior pode-se ver as várias fases de inserção de uma marca de água. Na 1ª fase gera-se a informação que o proprietário que inserir. Depois essa informação é transformada, por uma das técnicas descritas anteriormente, para uma marca de água (2ª fase). A 3ª fase consiste em sobrepor a marca de água à imagem original.

### **Detecção**

Quanto à detecção das marcas de água, existem duas opções:

- **Pública:** qualquer pessoa pode detectar a marca de água. Este tipo é menos robusto que o privado porque é mais fácil de detectar onde a marca de água foi introduzida o que torna mais fácil a tentativa de falsificação.
- **Privada:** apenas o utilizador que sabe que a marca de água está inserida é capaz de a detectar.

### **Detecção sem a informação original**

Os métodos de detecção sem a informação original podem ser dois:

- **“Não cegos”:** este método requer obrigatoriamente a imagem original e não marcada para detectar uma imagem marcada, mesmo que esta não tenha sido alterada.
- **“Cegos”:** este método não requer a imagem original. Alguns métodos não são totalmente "cegos" porque necessitam da imagem original no caso da imagem marcada ter sido alterada.

## **Limitações das marcas de água digitais**

A capacidade de uma marca de água “sobreviver” a alterações na imagem varia de um método para outro, visto que não existe um standard universal. Embora a maioria dos programas de inserção de marcas de água “digam” ser capazes de resistir a uma quantidade infinita de alterações, a verdade é que existe um limite para esse número, antes da marca de água se tornar ineficaz. Para demonstrar algumas das limitações, realizámos alguns testes, usando o sistema da Digimarc incluído no Paint Shop Pro 6, que resumimos a seguir.

### **Testes realizados**

- Num dos teste que realizámos a uma imagem com marca de água, verificámos que ao reduzir drasticamente o tamanho da mesma, a marca ficava ilegível. O mesmo aconteceu quando fizemos uma rotação da imagem.
- Na conversão do formato da imagem não se registou qualquer alteração.
- Também não se registou qualquer alteração quando alterámos o brilho ou o contraste da imagem.

É de referir que o formato GIF não permite a inserção de marcas de água digitais.

### **Remoção de marcas de água**

Existem alguns programas que permitem remover as marcas de água digitais das imagens, como o *Stirmark* e o *Unzign*. No entanto a qualidade da imagem fica degradada. Podemos ver as diferenças nas imagens seguintes.





**Figuras 4 e 5 – A imagem da esquerda tem marca de água. À direita está uma imagem cuja marca foi removida com o *Unsign*. Na zona da face e das mãos é bem visível uma diminuição na qualidade da imagem.**

O método utilizado pelo Giovanni, uma aplicação de inserção de marcas de água, permite a remoção das mesmas, sem degradação da qualidade, com uma chave devidamente autorizada. Isto permite aos proprietários alterarem a informação codificada sempre que o entenderem.

### ***Sistemas de busca na Internet***

Outra das limitações existentes refere-se aos sistemas de busca de imagens na Internet, para detecção de falsificações, como o Giovanni Scrambler ou o Markspider da Digimarc. Estes sistemas não conseguem detectar imagens que estejam em sites protegidos por *firewalls* ou *password*.

## **Marcas de água digitais aplicadas a áudio e vídeo – breve referência**

Como já foi referido anteriormente, no caso do áudio a marca de água tem de ser inaudível pois caso contrário o som tornava-se inutilizável.

O Liquid Audio foi pioneiro nas marcas de água aplicadas ao áudio. Este software usa uma técnica denominada Electronic DNA. Isto impede que qualquer pessoa faça cópias “piratas” dos ficheiros áudio gravados neste software e os redistribua.

No caso do Real Audio, os ficheiros podem ser ouvidos a partir do site na Internet mas não podem ser gravados para o disco do utilizador.

No caso do vídeo existem algumas diferenças em relação às imagens. Entre as principais diferenças encontra-se o maior volume de dados e conseqüente maior largura de banda necessária, técnicas mais sofisticadas, principalmente se a inserção em tempo real for necessária.

No caso do vídeo não comprimido e de não ser necessário o processamento em tempo real, as marcas de água podem ser aplicadas *frame a frame* usando os mesmos métodos que são aplicados às imagens. Para aumentar a robustez, uma marca de água pode ser distribuída por vários *frames*.

## Conclusão

Todos os métodos de marcas de água conhecidos são, uns mais outros menos, vulneráveis a tentativas de falsificação, tal como qualquer mecanismo de verificação de autenticidade. No entanto há várias precauções que se podem tomar por forma a diminuir estas tentativas.

O facto de um qualquer meio digital não conter uma marca de água não significa que não esteja protegido por direitos de *copyright* e estar assim disponível para o uso livre. Um exemplo disso são os artigos que proliferam pela Internet. A cópia de artigos de uma revista, por exemplo, é uma violação tão grave como a cópia de imagens.

Apesar das marcas de água digitais estarem mais difundidas em meios como o áudio e as imagens, existem outros meios digitais susceptíveis de conter esta tecnologia tal como programas de televisão digital, cartões de crédito, passaportes ou bilhetes.

O desafio para o futuro será desenvolver marcas de água ainda mais invisíveis e métodos que “sobrevivam” a alterações profundas.

## Referências

- ❑ **Digimarc:** [www.digimarc.com](http://www.digimarc.com)
- ❑ **Giovanni:** [www.bluespike.com](http://www.bluespike.com)
- ❑ **Aliroo:** [www.aliroo.com](http://www.aliroo.com)
- ❑ **DICE Company:** [www.digital-watermark.com](http://www.digital-watermark.com)
- ❑ **Fraunhofer Institute for Computer Graphics:** <http://syscop.igd.fhg.de>
- ❑ **IBM:** [www.research.ibm.com/image\\_apps/watermark.html](http://www.research.ibm.com/image_apps/watermark.html)
- ❑ **Unzign:** <http://altern.org/watermark/index.html>
- ❑ **Web Reference:** <http://www.webreference.com/multimedia/watermarks.html>
- ❑ **Watermark Inc.'s Website:** [www.filenet.com/watermark/e-devtol.htm](http://www.filenet.com/watermark/e-devtol.htm)
- ❑ **Safeguarding Digital Library Contents and Users - Digital Watermarking:**  
<http://www.dlib.org/dlib/december97/ibm/12lotspiech.html>
- ❑ **“Digital Photography Answers!” – Johnson, Dave – Osborne**  
Livro existente na Biblioteca do DEI
- ❑ **Outros artigos na Web**