



# Conservação de Documentos Degradados pela Corrosão da Tinta Ferrogálica

## Arquivo Regional da Madeira

Cláudia Gomes<sup>1</sup>  
Dina Noite<sup>2</sup>  
Fátima Estevinho<sup>3</sup>

Do vasto espólio documental, preservado nos depósitos do Arquivo Regional da Madeira (ARM), são predominantes os documentos manuscritos com aplicação de tinta à base de ferro (Fe), denominada de **tinta ferrogálica**, de origem romana e de utilização recorrente até meados do século XX em Portugal. O uso disseminado desta tinta ao longo de vários séculos em inúmeros documentos, representa um desafio atual para qualquer instituição e para o próprio conservador-restaurador. A utilização desta tinta resultou num efeito secundário nefasto, provocado pelas flutuações de humidade relativa sobre os iões de ferro, estimulando a sua migração ao longo do suporte de papel, e promovendo a sua degradação através da quebra de fibras com consequente perda de informação<sup>4</sup>.

O presente artigo tem por base uma investigação inicial de uma tese de mestrado<sup>5</sup> e pretende abordar a experiência do serviço de preservação, conservação e restauro (SPCR)<sup>6</sup> do ARM, na estabilização da tinta ferrogálica, através de um tratamento à base de **ácido fítico**. Ao longo do artigo serão abordados os processos de degradação da tinta, a metodologia de estabilização e os resultados obtidos.

Na sequência do protocolo celebrado com a Escola de Arte de Salamanca, no âmbito do programa Erasmus, o ARM recebeu duas estagiárias<sup>7</sup>, aproveitando esta ocasião para desenvolver e aplicar este tratamento de estabilização da tinta ferrogálica<sup>8</sup>.

### Palavras-chave

Tinta ferrogálica  
Ácido fítico  
Iões de ferro II e III  
Hidrólise ácida  
Oxidação  
Reações Fenton

### Objetivos

Aprofundar os conhecimentos sobre a corrosão da tinta ferrogálica em documentos manuscritos e tratamentos mais adequados para a sua estabilização;

Transmitir informações sobre esta temática visto toda a bibliografia existente estar em língua estrangeira.

Promover a política instituída pela ARM na transferência de suporte, através da digitalização.

# A tinta ferrogálica

## PROCESSO DE DEGRADAÇÃO

Para uma melhor compreensão do processo de degradação da tinta ferrogálica sobre o suporte de papel, é necessário entender a sua composição e reações químicas.

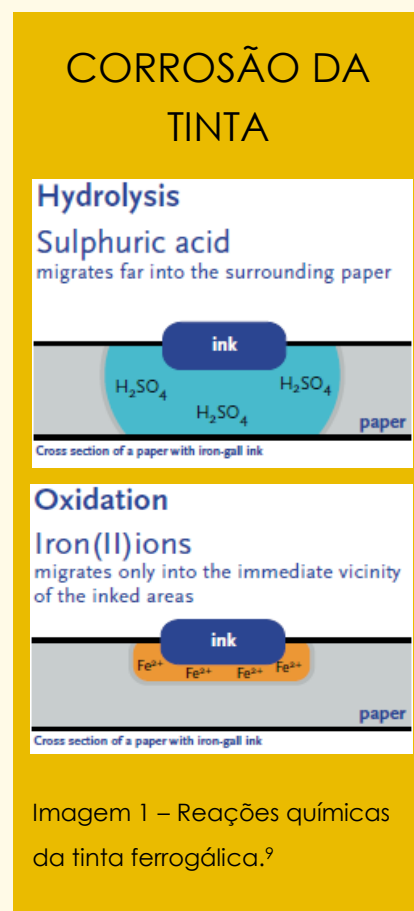
Os principais elementos constitutivos da tinta são: água ( $H_2O$ ), vinho ou vinagre (aditivos), goma-arábica (ligante), noz de galha (nome científico) e sulfato de ferro ( $FeS^{2+}$ ), sendo este último elemento o principal responsável pela degradação do papel.

Regra geral, observamos que a maioria das tintas contém um excesso de sulfato de ferro, que não se ligou aos restantes elementos e que vai reagir com os componentes do papel. Estas reações químicas processam-se da seguinte forma:

- **Hidrólise ácida da celulose**, provoca a rotura das cadeias de celulose por ação do ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), formado por reação entre os iões  $H^+$  e os iões de sulfato  $SO_4^{2-}$ . O processo de degradação do suporte de papel por ação do ácido sulfúrico, caso não seja neutralizado por tratamentos de conservação ou por ação de aditivo do papel, tende a agravar-se com o tempo, disseminando-se ao longo da superfície dos manuscritos,
- **Oxidação**, causada pelos iões de  $Fe^{2+}$  em excesso, que funcionam como catalisadores da degradação oxidativa da celulose. Estas reações são conhecidas como reações Fenton, em que os iões de  $Fe^{2+}$  em excesso são oxidados pelo oxigénio da atmosfera formando iões de  $Fe^{3+}$ . Estes são insolúveis (cataliticamente inativos), sendo continuamente reciclados em  $Fe^{2+}$  (solúveis em água) pelas muitas substâncias redutivas presentes no papel e na própria tinta (Neevel 1999). Este componente penetra em profundidade nas fibras, adensa as cadeias de celulose tornando-as menos hidrófilas e, tal como na hidrólise ácida, a resistência mecânica eventualmente diminui (Botti, Mantovani, Ruggiero, 2005).

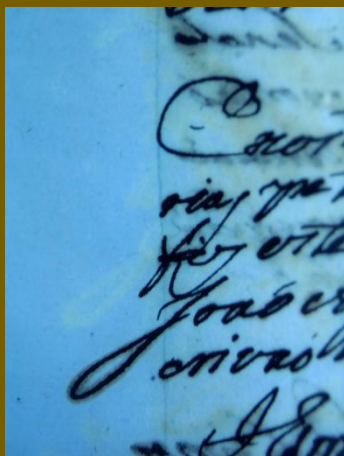
Ambos os mecanismos de degradação interagem aumentando o nível de reação um do outro.

No processo de degradação observamos duas reações químicas distintas do sulfato de ferro: a oxidação por efeito dos iões de ferro (II) e (III) e a hidrólise ácida, mediante a formação de ácido sulfúrico. Estes processos são responsáveis pela descoloração acastanhada, redução das propriedades mecânicas do papel e pela formação de compostos voláteis (Csefalvayová, Havlínová, Ceppan, Jakubíková, 2007).



A degradação causada no papel pode ser visualizada em 3 fases distintas<sup>10</sup>:

**1ª Fase**  
Fluorescência



Nas imediações da tinta (visível apenas com luz UV) estendendo-se para o verso do papel

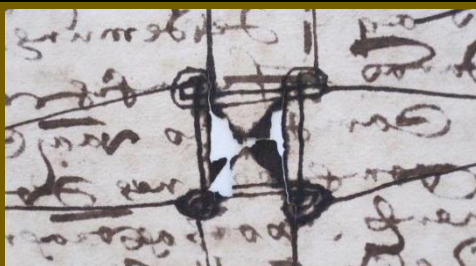
**2ª Fase**  
Descoloração  
acastanhada



Espalha-se pelo suporte e trespassa para as folhas adjacentes



**3ª Fase**  
Colapso do pa-  
pel



Áreas inteiras ficam que-  
bradiças, dá-se a perda  
de informação



Tabela 2 - Degradação do papel

As condições ambientais são fatores externos fundamentais com impacto na degradação do papel. Mudanças na humidade relativa durante o armazenamento de documentos, aumentam o poder de degradação dos iões de ferro (II) e a migração do ácido sulfúrico para além da linha da tinta e das folhas adjacentes, uma vez que ambos são solúveis em água.

# Estabilização da tinta ferrogálica

## FITATO DE CÁLCIO, BICARBONATO DE CÁLCIO, GELATINA

O fundo Juízo de Resíduos e Capelas (JRC), do séc. XVII, foi selecionado devido ao seu estado de conservação, à presença de diversas patologias associadas à tinta ferrogálica, e por tratar-se de documentação avulsa<sup>11</sup>.

Os distintos tratamentos de estabilização envolvem a aplicação de humidade no papel, resultando na dispersão indesejada dos iões de ferro (II) e do ácido sulfúrico ao longo da superfície do manuscrito.

Um dos produtos utilizados na prevenção deste efeito é o ácido fítico, um poderoso agente quelante que promove a formação de iões de  $Fe^{3+}$  por oxidação dos iões de  $Fe^{2+}$ . Para além de bloquear as reações Fenton, também oferece proteção contra a oxidação diminuindo a concentração de iões de ferro  $Fe^{2+}$  livres. O ácido fítico acelera a oxidação dos iões de ferro  $Fe^{2+}$  através do ar para iões de  $Fe^{3+}$  reduzindo o potencial redox (Neevel, 1995, 1999). Assim, os iões de  $Fe^{3+}$  de não poderão ser novamente transformados em iões de  $Fe^{2+}$ .

**Nota:** nos tratamentos aquosos a variante hidrófuga da tinta e a hidrófila do papel são determinantes, pois os documentos quando imersos em água criam tensões entre estas duas componentes, originando danos mecânicos, tais como fissuras e quebras.

De modo a evitar a quebra e a fragmentação de documentos que apresentem áreas muito danificadas, procedeu-se à aplicação de prévia de álcool com recurso a um borrifador, de forma a hidratar a tinta, tornando o papel mais flexível.

## ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS DOCUMENTOS TRATADOS:

- Sujidade superficial
- Microorganismos
- Lacunas provocadas pelo ataque biológico (insetos)
- Deformação do suporte: pontas enroladas, vincos,
- Rasgões
- Manchas de humidade e de tinta
- Acidez do papel (amarelhecimento)
- Desvanecimento da tinta ferrogálica
- Trespasse da tinta no papel
- Degradação do suporte por corrosão da tinta ferrogálica

## PRODUTOS E QUANTIDADES UTILIZADAS:

	Produtos	Quantidades
Fitato de cálcio	Ácido fítico	15 ml
	Carbonato de cálcio em pó	2,2 gr
	Água desionizada	4,5 l
	Amônia (NH <sub>3</sub> )	Até atingir pH entre 5,5 e 5,8
Bicarbonato de cálcio	Carbonato de cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	4,5 litros
	Água mineral	
Gelatina	Gelatina tipo B	10 gr
	Água destilada	500 ml

Tabela 2 – Produtos e quantidades utilizadas nos tratamentos

### Descrição do tratamento<sup>12</sup>:

**Fitato de cálcio<sup>13</sup>:** O objetivo deste tratamento específico é travar o processo de degradação da tinta, causado pelo ácido sulfúrico e os íons de Fe<sup>2+</sup>, atribuindo resistência mecânica ao suporte fragilizado.

Foi preparada uma solução de ácido fítico e carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e após reação destes dois elementos a solução foi dissolvida em água desionizada.

Para aumentar o pH da solução foi adicionada amônia até atingir o valor de pH pretendido (tabela 2).

Finalizado o tratamento os documentos foram imersos durante algum tempo em água desionizada, evitando a formação de cristais durante a secagem.

- **Bicarbonato de cálcio:** Este agente restitui reserva alcalina ao papel (reduzida por influência do ácido fítico), funciona como proteção contra a hidrólise ácida e previne a degradação das substâncias por oxidação.

O bicarbonato de cálcio é também recomendado como agente de desacidificação porque atinge um nível de pH máximo de 8,5. Este é inofensivo à tinta ferrogálica que se torna instável com um pH muito elevado<sup>14</sup>.

Foi preparada uma solução de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) com água mineral, sendo os documentos desacidificados por imersão nessa solução.

- **Gelatina:** A encolagem com gelatina poderá ser uma excelente solução para inibir a degradação da tinta ferrogálica, originada pela hidrólise ácida e oxidação da celulose, pois tem a capacidade de prender ou complexar íons de metal em transição, especialmente os íons de ferro (II) que danificam o papel. Os íons de metal ficam ligados à estrutura da proteína da gelatina, retardando a catalisação da oxidação da celulose (Kolbe, 2004).

A encolagem torna ainda o papel hidrófugo, providencia um bom equilíbrio entre a celulose e o ambiente e funciona como uma barreira eficaz contra as flutuações de humidade.

Este produto é dissolvido previamente em água destilada e aplicado por aspersão sobre os documentos recorrendo a um borrifador. Dependendo do estado de conservação do documento a encolagem poderá ser aplicada por imersão.



Segue um resumo dos diversos tratamentos a que os documentos do fundo JRC foram submetidos:

Tratamentos	Procedimento	Duração
<b>Estabilização dos iões de ferro (II) (Fitato de cálcio)</b>	Borrifar as zonas quebradiças de tinta com álcool	----
	Imersão do bifólio em fitato de cálcio, amónia e água desionizada	20 Min.
	Imersão em água desionizada - deixar secar parcialmente	10 Min.
<b>Desacidificação (Bicarbonato de cálcio)</b>	Imersão em bicarbonato de cálcio	20 Min.
	Deixar secar ao ar livre	----
<b>Encolagem (Gelatina)</b>	Borrifar/emergir os fólhos com gelatina tipo B	----

Tabela 3 – Tratamentos efetuados aos documentos

O tratamento envolvendo a aplicação de fitato de cálcio e carbonato de cálcio remove produtos de degradação solúveis ou componentes ácidos do papel. Para além desse facto, o fitato de cálcio age como um antioxidante enquanto o carbonato de cálcio abranda os mecanismos que causam a corrosão da tinta. (Reibland, Groot, 1999).

## Resultados

Numa primeira análise, verificamos a existência de oxidação da tinta ferrogálica com dispersão dos iões de  $Fe^{2+}$  em profundidade nas fibras do papel, e hidrólise ácida da celulose com dispersão do ácido sulfúrico pela superfície. Tanto o suporte como a tinta encontravam-se instáveis.

Após o tratamento de estabilização da tinta utilizando o fitato de cálcio para estabilização dos iões de  $Fe^{2+}$  e a desacidificação para equilibrar a ação do ácido sulfúrico, obtivemos um suporte e tinta estável, não se verificando qualquer distúrbio visual no papel.

Os resultados finais foram satisfatórios.

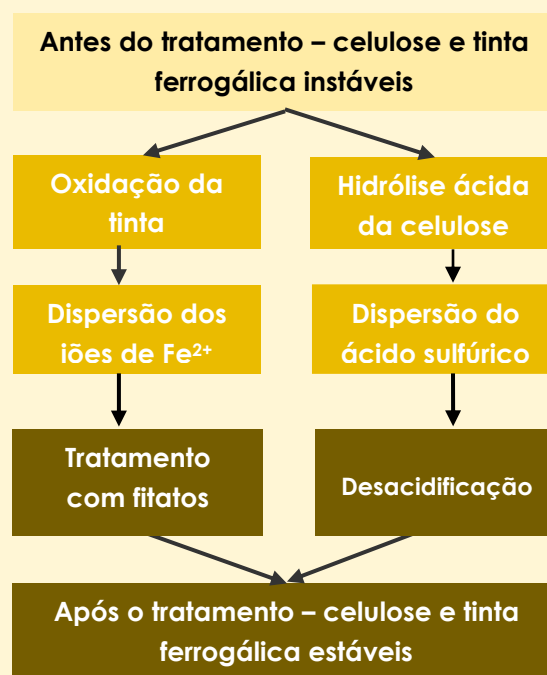


Tabela 4 – Análise dos resultados obtidos

## Conclusão

O método do fitato de cálcio/carbonato de cálcio foi sugerido pela primeira vez em 1995 por Neevel, para o tratamento de manuscritos danificados pela ação da tinta ferrogálica. A eficácia deste procedimento foi sucessivamente comprovada por diversos estudos internacionais, como um método aquoso eficaz no prolongamento da vida útil dos documentos.

Os referidos estudos também demonstraram que a encolagem com gelatina pode resultar não apenas numa estabilização mecânica do papel mas também numa estabilização química do mesmo. A gelatina tem a capacidade de fixar os íons de  $Fe^{2+}$  presentes na tinta ferrogálica, tornando-a inerte e bloqueando a corrosão da mesma. É por isso o agente de encolagem recomendado neste tipo de tratamentos aquosos, em compara-

ção com outros agentes mais comuns para a conservação do papel (Kolbe, 2004).

Este artigo permitiu constatar que problemas deste tipo, enfrentados pelos conservadores restauradores, podem ser solucionados a partir da aplicação de métodos e tratamentos adequados, como o tratamento do ácido fítico, sendo possível atribuir estabilidade ao suporte e à tinta.

Com a divulgação deste artigo esperamos ter suscitado a atenção sobre esta problemática que tanto afeta os nossos espólios.

Contamos dar continuidade a este trabalho, alargando, o tratamento a outros fundos com a mesma problemática e estaremos atentos aos avanços e pesquisas nesta área.

## Referências bibliográficas

- BOTTI, Lorena; MANTOVANI, Orietta; RUGGIERO, Daniele - *Calcium Phytate in the Treatment of Corrosion Caused by Iron Gall Inks: Effects on Paper*. Restaurator, vol. 26. Saur, Munique: [s.e.], 2005, pp. 44-62
- CSEFALVAYOVÁ, Linda; HAVLÍNOVÁ, Bohuslava; ĚPPAN, Michal; JAKUBÍKOVÁ, Zuzana - *The Influence of Iron Gall Ink on Paper Ageing*. Restaurator, vol. 28. Saur, Munique: [s.e.], 2007, pp.129-139
- GULIK, R. Van; KERSTEN-PAMPIGLIONE, N. E. - *A Closer Look at Iron Gall Ink Burn*. Restaurator, vol. 15. Munksgaard, Copenhaga: [s.e.], 1994, pp. 173-187
- HAMM, Patricia Dacus - *A History of the Manufacture of Printing Ink from 1500-1900 with Notes for the Conservator*. IPC Institute of Paper Conservation. London: [s.e.], 1992, pp. 30-34
- HAVLÍNOVÁ, B; MINÁRIKOVÁ, J; HANUS J.; JANČOVIČOVÁ, V.; SZABÓOVÁ, Z. - *The Conservation of Historical Documents Carrying Iron Gall Ink by Antioxidants*. Restaurator, vol. 28. Saur, Munique: [s.e.], 2007, pp.112-128
- HUHSMANN, ENKE, HÄNHER, ULRIKE - *Application of the Non-woven Viscose Fabric Paraprint OL 60 for Float Screen Washing of Documents Damaged by Iron Gall Ink Corrosion*. Restaurator, vol. 28. Saur, Munique: [s.e.], 2007, pp.140-151
- KANNGIEBER, B.; HAHN, O.; WILKE, M.; NEKAT, B.; MALZER, W.; ERKO, A. - *Investigation of oxidation and migration processes of inorganic compounds in ink-corroded manuscripts*. Spectrochimica Acta Part B Atomic Spectroscopy, vol. 59. Berlim: ELSEVIER, 2004, pp. 1511-1516
- KOLAR, J.; ŠTOLFA, A.; STRLIČ, M.; POMPE, M.; PIHLAR, B.; BUDNAR, M.; SIMČIČ, J.; REISSLAND, B. - *Historical iron gall ink containing documents - Properties affecting their condition*. Analytica Chimica Acta, vol. 555; nº 1, Amesterdão: Elsevier, 2006, pp. 167-174

- KOLAR, J.; STRLIČ, M. - *Evaluating the Effects of Treatments on Iron Gall Ink Corroded Documents - A new analytical methodology*. Restaurator, vol. 25, n° 2, [s. l.]:[s.e.], 2004, pp. 94 -103
- KOLAR, Jana; MOZIR, Alenka; STRLIC, Matija, DE BRUIN, Gerrit; PIHLAR, Boris; STEEMERS, Ted - *STABILISATION OF IRON GALL INK: AQUEOUS TREATMENT WITH MAGNESIUM PHYTATE*. e-PRESERVATION Science, n° 4. [s. l.]: MORANARTD d. o. o., 2007, pp.19 - 24
- KOLBE, Gesa - *Gelatine in Historical Paper Production and as Inhibiting Agent for Iron-Gall Ink Corrosion on Paper*. Restaurator, vol. 25. Saur, Munique: [s.e.], 2004, pp. 26 - 39
- NEEVEL, Johan G.; REIBLAND, Birgit - *The Ink Corrosion Project*, Netherlands Institute for Heritage. Paper Conservation News, n°85, [s. l.]:[s.e.], 1998, pp.10 -13
- NEEVEL, J.G.; MENSCH, Cornelis T.J. - *The Behaviour of Iron Ions and Sulphuric Acid During Iron-gall Ink Corrosion*. ICOM Committee for Conservation, 12th Triennial Meeting, Lyon, preprints, vol. 2. London: James & James, 1999, p. 528-533
- NEEVEL, J.G. - *Phytate: a Potential Conservation Agent for the Treatment of Ink Corrosion Caused by Iron-gall Inks*. Restaurator, vol.16. Munksgaard, Copenhagen: [s.e.], 1995, pp. 143 -160
- NEEVEL, J.G. - *Phytate Based Treatment of Ink Corrosion - An Updated Review*. Iron Gall Ink Meeting, 4-5 September, Postprints, Newcastle University of Northumbria, 2000
- NEEVEL, J.G., MOSK, J.(ed) , TENNENT, J.H.(ed) - *Iron-gall-Ink Corrosion: Development and Analysis of the Conservation Treatment with Phytate*. Contributions of the Netherlands Institute for Cultural Heritage to the field of conservation and research, Amsterdam ICN: Institute for Cultural heritage, 2000
- NEEVEL, Johan G.; REIBLAND, Birgit - *Bathophenanthroline Indicator Paper-Development of a New Test for Iron Ions* PapierRestaurierung, vol. 6, n°.1, 2005, pp. 26- 36
- NOITE, Dina - *Relating the paper degradation with iron gal links and fluctuations of relative humidity in the environment*, Londres: [s.e.], 2008, pp.1- 23
- NOITE, Dina - *Treatment of a book from the UCL rare book collection*, Londres: [s.e.], 2008, pp.1- 27
- REIBLAND, Birgit; DE GROOT, Suzen - *Ink corrosion: comparison of currently used aqueous treatments of paper objects*. Preprint from the 9<sup>th</sup> International Congress of IADA, Copenhagen: [s.e.], 1999, pp. 121-129
- REISLAND, Birgit - *Ink Corrosion. Aqueous and Non-Aqueous Treatment of Paper Objects - State of the Art*. Restaurator, vol. 20. Saur, Munique: [s.e.], 1999, pp.167 - 180
- REISLAND, Birgit - *Visible Progress of Paper Degradation Caused by Iron Gall Inks*. The Iron Gall Ink Meeting, Newcastle upon Tyne, 4-5 September: postprints, United Kingdom: University of Northumbria, 2000, pp. 67-72
- REISLAND, Birgit - *Ink Corrosion: Side-Effects Caused by Aqueous Treatments for Paper Objects*. The Iron Gall Ink Meeting, Newcastle upon Tyne, 4-5 September: postprints, United Kingdom: University of Northumbria, 2000, pp.109-14
- ROUCHON-QUILLET, V.; REMAZEILLES, C.; BERNARD, J.; WATTIAUX, A.; FOURNES, L. - *The impact of gallic acid on iron gall ink corrosion*. Applied Physics A: Materials Science & Processing, vol. 79, n°2, [s. l.]:[s.e.], 2004, pp. 389-392
- SENVAITIENE, J.; PAKUTINSKIENE, I.; BEGANSKIENE, A.; TAUTKUS, S.; KAZLAUSKAS, R.; KAREIVA, A. - *Destructive Effects of Paper Conservation Procedure on the Writing Iron Gall Ink - Evidence from Transmetalation Reaction*. Polish Journal of Chemistry, vol. 79; n° 10, Warsaw, POLOGNE : Polish Chemical Society, 2005, pp.1575-1583
- STRLIČ, M; KOLAR, J; PIHLAR, B. - *THE EFFECT OF METAL ION, PH AND TEMPERATURE ON THE YIELD OF OXIDISING SPECIES IN A FENTON-LIKE SYSTEM DETERMINED BY AROMATIC HYDROXYLATION*. Acta Chim. Slov. vol.46, n°4,[s. l.]:[s.e.], 1999, pp. 555-566
- ZAPPALÀ, Antonio; DE STEFANI, Caroline - *Evaluation of the Effectiveness of Stabilization Methods, Treatments by deacidification, Trehalose, Phytates on Iron Gall Inks*. Restaurator, vol. 26. Saur, Munique: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, 2005, pp. 36-43



## Referências online:

- The Iron Gall Ink Website por REISSLAND, Birgit; LIGTERINK, Frank (13 de Fevereiro de 2011) [Consultado a 02 de Novembro de 2011].Disponível em: <http://ink-corrosion.org/>
- Pre-Treatment Assessment - Microchemical tests por REISSLAND, Birgit; SCHEPER, Karin; FLEISCHER, Sabine (2007) [Consultado a 02 de Novembro de 2011].Disponível em: <http://ink-corrosion.org/cons/pre-treatment/test-microchemical>
- Conservation por Elmer Eusman [Consultado a 04 de Novembro de 2005].Disponível em: <http://www.knaw.nl/ecpa/ink/conservation.html>
- Preparation of a calcium-phytate solution por NEEVEL, HAN; REISSLAND, Birgit; SCHEPER, Karin; FLEISCHER, Sabine (Maio de 2007) [Consultado a 02 de Novembro de 2011]. Disponível em: [http://ink-corrosion.org/images/file/pdf%209\\_preparation%20of%20calcium%20phytate\\_ok.pdf](http://ink-corrosion.org/images/file/pdf%209_preparation%20of%20calcium%20phytate_ok.pdf)
- PREPARATION OF CALCIUM BICARBONATE USING MINERAL WATER por REISSLAND, Birgit; SCHEPER, Karin; FLEISCHER, Sabine (Maio de 2007) [Consultado a 02 de Novembro de 2011]. Disponível em: [http://ink-corrosion.org/images/file/pdf%206\\_ca%20bicarbonate\\_ok.pdf](http://ink-corrosion.org/images/file/pdf%206_ca%20bicarbonate_ok.pdf)
- PREPARATION OF 500 ml OF A 2% GELATINE SOLUTION por REISSLAND, Birgit; SCHEPER, Karin; FLEISCHER, Sabine (Maio de 2007) [Consultado a 02 de Novembro de 2011]. Disponível em: [http://ink-corrosion.org/images/file/pdf%207\\_gelatine%20solution\\_ok.pdf](http://ink-corrosion.org/images/file/pdf%207_gelatine%20solution_ok.pdf)

## Referência das Imagens:

REISSLAND, Birgit, DE GRAAFF, Judith Hofenk - Condition rating for paper objects with iron-gall ink. ICN - Information Institute Collectie Nederland, nº 1, Amesterdão: Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN), 2000, pp. 1-4

- 
- <sup>1</sup> Técnica Superior de Conservação e Restauro – Arquivo Regional da Madeira; Mestre em Conservação e Restauro de bens móveis pelo Instituto Politécnico de Tomar. E-mail: claudiagomes@arquivo-madeira.org
- <sup>2</sup> Técnica Superior de Conservação e Restauro- Arquivo Regional da Madeira; Mestre em Conservação e Restauro pela Camberwell College of Arts: school of Art History. Email: dinamendes@arquivo-madeira.org
- <sup>3</sup> Técnica Superior de Conservação e Restauro – Arquivo Regional da Madeira; Mestre em Conservação e Restauro de bens móveis pelo Instituto Politécnico de Tomar. E-mail: fatimaestevinho@arquivo-madeira.org
- <sup>4</sup> The Iron Gall Ink Website: <http://ink-corrosion.org/>
- <sup>5</sup> NOITE, Dina, relating the paper degradation with iron gal links and fluctuations of relative humidity in the environment,2008
- <sup>6</sup> The Iron Gall Ink Website: <http://ink-corrosion.org/>
- <sup>7</sup> Alejandra de La Rosa e Azahara Delgado – frequentam o 2º ano de Conservação e Restauro.
- <sup>8</sup> Ver também: 2011 - Programa Erasmus - [http://www.arquivo-madeira.org/item1.php?lang=0&id\\_channel=18&id\\_page=343](http://www.arquivo-madeira.org/item1.php?lang=0&id_channel=18&id_page=343)
- <sup>9</sup> Condition rating for paper objects with iron-gall ink ICN-Information Instituut Collectie Nederland 2000 Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN). Text Birgit Reißland and Judith Hofenk de Graaff
- <sup>10</sup> Idem
- <sup>11</sup> Apenas em casos extremos, os livros são desmembrados para este tipo de tratamento.
- <sup>12</sup> Os tratamentos descritos foram retirados da seguinte localização - the Iron Gall Ink Website: <http://ink-corrosion.org/>
- <sup>13</sup> O tratamento utilizado implica numa primeira fase a utilização de fitato de cálcio, numa segunda fase de bicarbonato de cálcio e por último gelatina.
- <sup>14</sup> Utiliza-se neste tratamento o carbonato de cálcio em pó que não é muito solúvel em água. Para auxiliar a dissolução utiliza-se água desmineralizado, cujo CO2 presente a dissolução (secagem).