

Universidade de São Paulo
Instituto de Química de São Carlos

Manoel Carlos de Figueiredo Ferraz Parolari

Reações Nucleares: Uma Abordagem Química

São Carlos

2013

Manoel Carlos de Figueiredo Ferraz Parolari

Reações Nucleares: Uma Abordagem Química

Dissertação apresentada ao Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Mestre em Ciências

Área de Concentração:

Química Analítica

Orientador:

Prof. Dr. Gilberto Orivaldo Chierice

São Carlos

2013

Exemplar revisado

O exemplar original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca do IQSC-USP

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Referência e Atendimento ao Usuário do SBI/IQSC

Parolari, Manoel Carlos De Figueiredo Ferraz
Reações nucleares: uma abordagem química / Manoel Carlos De Figueiredo
Ferraz Parolari. - São Carlos, 2013.
77 f.

Dissertação (Mestrado em Química Analítica e Inorgânica) - Instituto de
Química de São Carlos / Universidade de São Carlos, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Orivaldo Chierice

1. Transmutação. 2. LENR. 3. CANR. 4. Reação Nuclear Química. 5.
Transmutação Nuclear. I. Título.

*Referências Bibliográficas
conferidas pelo SBI/IQSC*

QUANDO UMA NOVA VERDADE ENTRA NO MUNDO, NO PRIMEIRO ESTÁGIO, ELA É RIDICULARIZADA; NO SEGUNDO ESTÁGIO OCORRE UMA VIOLENTA OPOSIÇÃO; E FINALMENTE NUM TERCEIRO ESTÁGIO A VERDADE COMEÇA A SER VISTA COMO AUTO EVIDENTE.

ARTHUR SCHOPENHAUER (1788-1860)

FILÓSOFO ALEMÃO

AGRADECIMENTO:

AO PROF. DR. GILBERTO ORIVALDO CHIERICE

O MEU MUITO OBRIGADO.

RESUMO

Este trabalho é baseado nos estudos das reações nucleares da Pt, como outras reações já observadas na literatura atual. Trata-se de reação de transmutação, onde o eletrodo de Pt em uma célula eletroquímica passa a apresentar traços de Au. Este estudo tem como finalidade a obtenção de dados que irão contribuir para o entendimento de algumas reações já estudadas como Reações Nucleares de Baixa Energia (LENR) ou Reações Nucleares Quimicamente Assistidas (CANR). Nestes estudos foram utilizados uma célula eletroquímica simples e alguns equipamentos de medida. Usou-se como eletrólito KOH em concentração de 0,17 M, embora a maioria dos trabalhos da literatura tenha usado LiOD ou hidróxido de Lítio com água pesada. Usou-se tensões mais elevadas do que é usual em eletrólise alcalina da água. Foram usadas tensões de 7 a 15 V, de forma a se obter uma densidade de corrente da ordem de $100\text{mA}/\text{cm}^2$. Além destas modificações, usou-se uma eletrólise convencional. Os resultados obtidos por estas eletrólises produziram micrografias com aspecto indicativos de Ouro, ou seja regiões amarelas sobre um metal branco. As análises realizadas por EDX e por chapas radiográficas confirmaram a presença de Au e seus radioisótopos. A análise microscópica realizada na superfície destes eletrodos mostraram pontos amarelos que após um tempo longo a cor é modificada visivelmente. Outro fato sugestivo dessas mudanças é o que foi encontrado por estudos radiográficos sensíveis à radiação gama, onde foi confirmada esse tipo de emissão ao longo do tempo. Os dados experimentais sugerem que as reações químicas acontecem na superfície do eletrodo e não como mostra a literatura, no interior da grade cristalina.

Abstract

This paper is based on studies of nuclear reactions of Pt, as well as other reactions already observed in current literature. It is a transmutation reaction where the Pt electrode in an electrochemical cell begins to present traces of Au. The purpose of this study is to obtain data that will contribute towards an understanding of some reactions already studied, such as Low Energy Nuclear Reactions (LENR) or Chemically Assisted Nuclear Reactions (CANR). These studies used a simple electrochemical cell and some measuring equipment. A KOH electrolyte was used at a concentration of 0.17 M, although most studies found in literature had used LiOD or Lithium Hydroxide with heavy water. Higher voltages than normal were used in this alkaline electrolysis of the water. Voltages from 7 to 15 V were used in order to obtain a current density of 100 mA/cm². Besides these modifications, conventional electrolysis was used. The results obtained from such electrolysis produced micrographs which indicated Gold, that is, yellow areas on a white metal. Analyses made by EDX or radiographs confirmed the presence of Au and its radioisotopes. The micrographic analysis conducted on the surface of these electrodes revealed yellow spots. The color changed visibly over a long period of time. Another suggestive fact regarding these changes is what was found by radiograph studies sensitive to gamma radiation, where this type of emission was confirmed over time. The experimental data suggest that the chemical reactions occur on the surface of the electrode and not, as shown in literature, within the crystal structure.

Representação de um Elemento Químico



A é o número de massa

Z é o número atômico

$\pm m$ grau de oxidação ou redução

n número de átomos constituintes da molécula

Abreviaturas

CANR (chemically assisted nuclear reactions) Reações Nucleares Quimicamente Assistidas

E-Cat (energy catalyzer)

EDX (Energy Dispersive X-Ray Analysis) EDX

LENR (low energy nuclear reactions) Reações Nucleares de Baixa Energia

MQ Mecânica Quântica

NAE (Nuclear Active Environment) Ambiente Nuclearmente ativo (sítio nuclearmente ativo)

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 8 |
| 1.1 Breve Histórico | 8 |
| 1.2 Experimentos Atuais | 15 |
| 1.2.1 O Dispositivo de Focardi-Rossi: o E-Cat | 15 |
| 1.2.2 Os Experimentos do Prof. Mizuno | 21 |
| 1.2.3 Experimentos Biológicos | 24 |
| 1.3 Algumas Considerações Teóricas | 26 |
| 2. Objetivos | 32 |
| 3. Parte Experimental | 33 |
| 3.1. Materiais e Métodos | 33 |
| 3.1.1 Reagentes e Filmes | 33 |
| 3.1.2 Equipamentos | 34 |
| 3.2 O experimento | 36 |
| 4. Resultados e Discussões | 40 |
| 5. Conclusões | 54 |
| 6. Referências Bibliográficas | 55 |

Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo A Análise de EDX Catodo sem tratamento | 59 |
| Anexo B Análise de EDX Catodo com transmutação | 64 |
| Anexo C Bibliografia | 71 |

1 INTRODUÇÃO

1.1. Breve Histórico

Os estudos de Beaudette em seu livro EXCESS HEAT (1) descreve que em 1903 Pierre Curie e seu colaborador Laborde, A. apresentam à Academia Francesa uma curta comunicação do metal Rádío, recém descoberto, o qual apresentava a peculiaridade de estar sempre mais quente do que o meio ambiente. De fato, como é descrito por Beaudette, os experimentos mostram que o calor emitido pelo Rádío é suficiente para derreter uma massa de gelo, em uma hora, igual à massa do próprio Rádío.

Em meados do século XIX graças aos trabalhos de Sadi Carnot, James Joule e James Watt, Willian Thomson, Rudolf Clausius e outros, a Primeira Lei da Termodinâmica já era consagrada. Portanto já se sabia que energia não pode ser criada. Todavia aquele pedaço de metal desafiava tudo o que se sabia e se tinha segurança em termos de Termodinâmica. Talvez alguém, já tivesse visto o futuro daquilo, uma fonte de energia, aproveitando-se aquele calor irradiado. Sem dúvida esta ideia foi a semente das modernas usinas nucleares que só começaram a ser construídas depois da segunda guerra mundial. Estas modernas usinas nucleares, na verdade usinas termonucleares, usam calor para aquecer um fluido de trabalho até que seja acionada uma turbina a vapor que por sua vez aciona um gerador elétrico. Isto é o resumo de uma usina nuclear de fissão.

Mas nós sabemos também que aquele pedaço de Rádío seria semente da Física Nuclear, ramo da Física importantíssimo, que trouxe para a humanidade conceitos nunca antes avaliados. Trouxe sonhos e trouxe pesadelos horríveis materializados na Segunda Guerra Mundial. Vamos lembrar que da Física Nuclear nasce a Mecânica Quântica quase uma Ciência nova, misteriosa, não intuitiva e fundamental para se entender partículas atômicas.

Em todo caso a Primeira Lei da Termodinâmica estava aparentemente em cheque.

Em 1989, dois pesquisadores nos Estados Unidos, M. Fleischmann e S. Pons (30) anunciam ao mundo o que eles chamaram de fusão a frio. Eles fizeram eletrólise da água pesada D_2O , usaram um catodo de Paládio e um anodo de Platina. Aparentemente havia um excesso de energia, que por exclusão, por absoluta impossibilidade de ser entendida a origem desta energia fora atribuído à fusão nuclear.

A notícia foi manchete em todos os jornais do mundo. Em poucos dias já se falava que eles receberiam o Prêmio Nobel de 1990. Entretanto a oposição, predita por Schopenhauer, veio logo. No início de 1990 o Departamento de Estado dos EUA setor de energia declarava oficialmente: “Cold fusion is a flaw!” dizendo que a fusão a frio é um engano, um erro, um equívoco.

Beaudette foi feliz em começar seu livro com a apresentação do Rádio. Há momentos na História em que uma curiosidade científica parece desafiar o que está bem estabelecido. O paralelo é perfeitamente válido. O Rádio era um desafio bem maior.

Langmuir, I. foi um físico-químico americano (Nobel Química 1932) pouco conhecido, não porque suas colaborações científicas não sejam da maior importância, mas porque, infelizmente, são difíceis de compreendê-las. Seu colaborador Lewis, G. que com ele desenvolveu a teoria de ligações e valência baseadas na estrutura atômica é por todos conhecido. Após a sua aposentadoria Langmuir viu florescer os boatos a respeito de OVNI's. Ele queria nos deixar um critério científico para que possamos rejeitar curiosidades sem fundamentação científica. Foi então que ele estabeleceu os critérios para “Ciência Patológica” (2).

Segundo Langmuir são várias as condições que caracterizam no seu modo de ver, a Ciência Patológica, segundo sua palestra proferida em 1953. Nas primeiras condições:

1. “O máximo efeito é produzido quando o agente causal tem intensidade pouco detectável. A magnitude do efeito é substancialmente independente da intensidade da causa.
2. A magnitude do efeito permanece próximo ao limite do detectável ou muitas medidas são necessárias pela baixa significância estatística dos resultados.
3. Alega-se trabalhar com grande precisão...”
... e assim sucessivamente.

Estes critérios de Langmuir são bastante úteis e devem ser levados em consideração. Infelizmente houve quem visse como enquadrar a fusão a frio nestas condições.

Entretanto...

A Mecânica Quântica trouxe para a Ciência conceitos completamente novos. Em escala atômica nada é determinístico, e sim estatístico (3). Aqui é citada apenas uma referência, poder-se-ia citar qualquer livro de MQ (Mecânica Quântica) porque esta é uma das ideias

centrais em MQ. O nosso mundo cotidiano é determinístico e a ideia de não se poder determinar as coisas exatamente nos parece um pouco estranho. Soltamos uma maçã e ela cai. O conceito de determinismo, relação inflexível entre causa e efeito, está firmemente estabelecido na nossa mentalidade científica.

Entretanto a Natureza não se comporta assim.

Schumacher (3), que foi quem criou o termo qubit (lê-se kiubit), o qual ensina que por mais precisos e sensíveis que fossem os nossos instrumentos, nós não poderíamos determinar exatamente, por exemplo, a posição de um elétron, porque simplesmente não é esta a realidade do elétron. Definitivamente precisamos começar a raciocinar em termos de probabilidades.

A Química como uma Ciência que estuda a Natureza, está cada dia mais usando os conceitos da MQ. Em Química Orgânica é muito comum uma reação produzir, de acordo com probabilidades, quantidades diferentes de produtos diferentes. Sambasivarao escreveu em sua tese de doutorado técnicas e estratégias na metátese das olefinas. Este autor escreveu posteriormente um artigo com o nome “Strategies and tactics in olefin methathesis” (4). Neste artigo o autor resume o seu trabalho de doutorado que foi justamente mostrar as diversas técnicas que podemos usar, como por exemplo uso de aditivos, diluição, uso de moléculas moldes (templates), uso de solventes diferentes, uso de micro-ondas, uso de líquidos iônicos, etc. Podemos, na síntese de olefinas, variar as porcentagens dos produtos obtidos.

Estas porcentagens dos produtos obtidos são certamente o resultado macroscópico de flutuações quânticas. Torna-se portanto necessário raciocinar em termos de MQ em todos os nossos trabalhos, simplesmente porque a Natureza é assim. Parolari (5) no livro Hiperfísica no capítulo XV explora a função Psi (função de onda) mostrando que probabilidades estão muito mais presentes do que se pensa.

O trabalho de Sambasivarao nos mostra que podemos influenciar macroscopicamente fenômenos dependentes de flutuações quânticas. Esta conclusão é muito importante, porque nos mostra a possibilidade de, através de mudanças das condições químicas, podermos obter resultados desejados em reações nucleares químicas.

Apesar de alguns fenômenos biológicos parecerem aleatórios as sínteses se dão muitas vezes com a produção de um único enantiômero (100% de um produto) seja ele levogiro ou dextrogiro nos mostrando ser possível uma produção **determinada** de um único produto

enquanto que em nossos laboratórios sintetizamos 50% de cada um, com produção totalmente aleatória.

Talvez a inconsistência da fusão a frio seja justamente o fato de que o fenômeno não se repetir como a queda de uma maçã. Pouco controle se tem em termos de causa e efeito. E foi por isso talvez que alguns pesquisadores rotulassem fusão a frio como Ciência Patológica segundo os conceitos de Langmuir.

Os livros de Lógica chamavam o raciocínio errado de sofisma. Esta era a nomenclatura dos beneditinos que mantinham um Curso de Filosofia e Lógica no Colégio São Bento, São Paulo, Capital. O termo não é bom porque sofisma é uma obra dos sofistas e sofistas eram os advogados da época dos gregos clássicos. Quem usava esta expressão era Sócrates, que odiava os sofistas, por acreditar que a verdade deveria ser distribuída gratuitamente, e os sofistas, como nossos modernos advogados, viviam de defender seus clientes. Modernamente está se usando o termo falácia bem parecido com a palavra em inglês “falacy”, e que não é muito simpática com o português. Prefiro o termo paralogismo, que até onde eu sei, fui o primeiro a empregar há mais de trinta anos atrás e significa literalmente paralógico. Não estou afirmando que eu tenha sido o criador deste termo que hoje está em bons dicionários como o Aurélio e O Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora. Então, se a Lógica é a arte do raciocínio correto, paralogismo seria um raciocínio com a aparência de um raciocínio lógico, mas que não leva necessariamente à verdade.

Os livros de Lógica trazem uma lista de paralogismos. Entre eles o **Argumentum ad Verecundiam** (6), que é o argumento que se baseia na Autoridade, do tipo: é verdade porque **magister dixit**, ou o mestre disse. Pode ser verdade; geralmente é; mas pode não ser.

Vamos então focar um grande mestre, John O’M Bockis que hospitalizado por um curto período acaba de falecer aos 90 anos em 7 de julho de 2013, em função de um câncer contra o qual lutou por cerca de vinte anos.

Bernhardt Patrick John O’Mara Bockris nasceu aos 5 de Janeiro de 1923 in Johannesburg, Africa do Sul. Estudou em Brighton, Inglaterra. Recebeu B.Sc. no Brighton Technical College. Recebeu o doutorado (Ph.D.) em 1945 com “Eletroquímica de Soluções Não-Aquosas”. (7)

Lecionou no Imperial College (Inglaterra) de 1945 a 1953, na Universidade da Pensilvânia (USA) de 1953 a 1972, Universidade do Sul da Austrália de 1972 a 1978,

finalmente na Texas A&M University de 1979 até sua aposentadoria em 1997. São 52 anos de vida docente.

Bockris publicou mais de 700 artigos, escreveu 24 livros a respeito de: Eletroquímica Física, Química Ambiental, Bioeletroquímica, Eletroquímica Quântica e Reações Nucleares em Matéria Condensada (“cold fusion”).

Recebeu 8 prêmios ou medalhas e em 2012 (ano passado) Dr. Michael McKubre honrou Bockris no ICCF17 com a Preparata Medal, uma medalha com a qual a comunidade Científica distinguiu Bockris pelo trabalho de sua vida e inclusive em desagravo às acusações que recebeu na Texas A&M University.

Bockris organizou uma equipe na Texas A&M University para o estudo destas reações nucleares imediatamente após o anúncio de M. Fleischmann and S. **Pons**. Suas pesquisas levaram à identificação de Trítio no experimento de M. Fleischmann and S. **Pons**. Este trabalho lhe rendeu processos administrativos na Universidade por má conduta científica. Bockris acabou sendo inocentado. Mas isto nos mostra dois aspectos. Em primeiro lugar o envolvimento de Bockris com a fusão a frio e em segundo lugar a perseguição tenaz a todos os que se dedicam a esta pesquisa. (8)

A *Scientific American* acaba de publicar numa edição de 2012, um artigo da autoria de Ouellette, J., “Jeannie na garrafa: O caso contra Fusão a Frio”. Onde a autora ignora a literatura científica que existe a respeito e olha para filmes, cultura popular e os mitos de 1989 quando a pesquisa foi anunciada. **A autora conclui que a fusão a frio não existe.**

Existe um livro muito interessante A Ciência das Reações Nucleares de Baixa Energia cujo autor é Edmund Storms. Este livro é sobretudo uma compilação da maior parte dos trabalhos realizados com Reações Nucleares de Baixa Energia em todo o mundo.

Falando dos lugares no mundo onde este tipo de pesquisa foi feita, Ed Storms cita nominalmente “University of São Paulo” e “Institute of Space Research” no Brasil. Entretanto não se pode encontrar nenhum trabalho a respeito no sistema Dedalus da USP. Se houve a pesquisa e se houve financiamento deve haver pelo menos um Relatório. (9)

Biberian, J.P. em 2009 realizou um experimento de eletrólise em um calorímetro aberto de fluxo quando ocorreu uma inexplicada explosão, mostrada na Figura 1.

Figura 1

Explosão durante experimento de fusão a frio



Foto: Jean-Paul Biberian Aix-Marseille University, France, jpbiberian@yahoo.fr

Todo químico sabe que reações exotérmicas podem levar a uma explosão. O pó em máquina de beneficiar arroz pode explodir. No Porto de Paranaguá, em 16 de novembro de 2001 houve uma explosão em um terminal de embarque de milho. É um segredo muito bem guardado que as LERN podem sim levar a uma explosão. Como o fenômeno da fusão a frio tem sido incansavelmente bombardeado por pessoas que tentam ridicularizar as pesquisas, então naturalmente os pesquisadores se retraem e evitam comentar esta questão que seria mais um constrangimento.

Observe a espessura da parede do vaso de vidro (que não estava fechado com uma tampa que pudesse oferecer muita resistência). E no entanto explodiu. Quem tem familiaridade com

explosivos sabe que um vaso cilíndrico de vidro mesmo aberto em uma das pontas, pode explodir desde que o explosivo seja suficientemente potente. Esta fotografia é realmente impressionante. Desde que a foto foi mostrada o que se tem feito é desacreditar e negar que a explosão tenha tido origem na LERN. Na maioria das vezes o incidente é cuidadosamente ocultado. Os próprios M. Fleischmann e S. Pons tiveram um problema de explosão, devidamente ocultado, tendo ocorrido antes de 23 de março de 1989 quando foi feito o anúncio.

Mais no fim do livro Storms faz alguns comentários interessantes (29). Ele diz “uma teoria útil ainda não está disponível para guiar os experimentos. Como resultado o sucesso ocorre muito ao acaso. Neste caso o esforço para ser bem sucedido requer sólidas bases em Química, bem como em Física, uma combinação muito rara nos pesquisadores. Como resultado, muitos erros são cometidos. Embora o equipamento usado pela maioria das pessoas pareça simples, na realidade ele não é. Muitas das técnicas requerem muita habilidade do experimentador. Este campo se tornou tão complexo que tentativas casuais não fazem mais muita diferença.”

Dito de outra forma: as pesquisas das Reações Nucleares de Baixa Energia requerem uma base sólida teórica e muitos experimentos.

1.2 Experimentos Atuais

Vários estudos sobre o tema tem sido abordados recentemente, dos quais transcrevemos alguns, citados na literatura mais atual.

1.2.1 O Dispositivos de Focardi-Rossi: o E-Cat

Dois italianos na Universidade de Bologna, Itália, aos 23 de abril de 2011 apresentaram o seu dispositivo, chamado por eles de E-Cat (Energy Catalyzer).

A seguir conforme foi publicado em NyTeknik (10).

De certa forma uma nova Física está ocorrendo. É enigmático, mas provavelmente nenhuma lei nova da natureza está em jogo. Acreditamos ser possível explicar o processo com as lei conhecidas, disse Hanno Essén, professor associado de Física Teórica e conferencista da Swedish Royal Institute of Technology e presidente da Swedish Skeptics Society.

Essén e o Prof. Emérito da Universidade de Uppsala Sven Kullander, também presidente do Comitê de Energia da Real Academia de Ciências Sueca, participaram, ambos aos 29 de março (2011) como observadores de uma nova apresentação em Bolonha, Itália do assim chamado ‘energy catalyzer’, o qual se baseia em fusão a frio ou LENR, Energia Nuclear de Baixa Energia.

Entre os participantes o inventor do dispositivo, Andrea Rossi, seu orientador científico Professor Sergio Focardi, o físico Dr. David Bianchini e o Dr. Giuseppe Levi da Universidade de Bolonha onde ambos supervisionaram a primeira demonstração pública do E-Cat em 14 de Janeiro de 2011 em Bolonha, Itália.

A nova apresentação foi conduzida da mesma forma que a de Janeiro e durou aproximadamente seis horas. De acordo com os observadores Kullander e Essén foi liberada uma energia total de 25kWh.

No relatório detalhado eles escrevem:

“Qualquer processo químico está descartado por produzir 25 kWh do que quer que seja em um dispositivo de 50 centímetros cúbicos. A única alternativa de explicação é de que algum processo nuclear esteja ocorrendo para liberar a energia que foi medida.”

A potência do dispositivo foi estimada em cerca de 4,4 kW. É quase a metade da potência dos dois experimentos documentados em Janeiro e Fevereiro, porque esta demonstração foi feita com uma versão menor do “energy catalyzer”.

A nova apresentação foi a primeira oficialmente documentada com uma versão menor que de acordo com Rossi é mais estável.

“Com a versão menor nós evitamos picos de potência que ocorriam na ignição e no desligamento” Andrea Rossi disse a NyTeknik.

Ele também afirmou que a versão menor será usada na instalação piloto planejada de um megawatt para o cliente Defkalion Green Technologies na Grécia.

De acordo com Rossi um total de 300 reatores conectados em série e em paralelo serão usados na instalação. Originalmente eram apenas 100 reatores da versão que produziam 10 kW de potência como nas primeiras demonstrações. Foram planejados para uma instalação de 1 MWatt. Rossi ainda espera uma inauguração em Outubro de 2011.

Na apresentação de Bolonha, Kullander e Essén puderam analisar o “energy catalyzer” com a isolamento e blindagem removidas. O exterior do dispositivo é descrito nesta reportagem.

O reator propriamente dito, é carregado com pó de Níquel e catalizadores secretos comprimidos com Hidrogênio, e tem volume estimado de 50 centímetros cúbicos (3,2 polegadas cúbicas). O reator é feito de aço inoxidável.

Um tubo de Cobre envolve o reator de aço. A água a ser aquecida passa entre o aço e o Cobre. Em operação, o dispositivo é envolvido por isolamento e blindagem de aproximadamente 2 centímetros (0,8 polegadas).

Antes de começar, Kullander e Essén calibraram o fluxo de água em aproximadamente 6,5 kg por hora. A potência requerida para aquecer o fluxo de água a partir dos 18 graus e convertê-lo completamente em vapor foi calculado em 4,7 kW.

Eles também encheram o reator com Hidrogênio com pressão de cerca de 25 bars. O reator, segundo Rossi, foi carregado com 50 gramas de pó de Níquel.

Como nas demonstrações anteriores, o processo é disparado por uma resistência elétrica. A potência elétrica de entrada é de 330 watts, dos quais 30 watts são usados para operar a parte eletrônica.

O fenômeno observado por Kullander e Essén foi que a curva de temperatura da água de saída aumenta até cerca de 60 graus centígrados, e depois disso dispara, Figura 5.

“A curva se torna mais íngreme e claramente tem uma nova derivada. Ao mesmo tempo não há aumento na potência consumida, que aliás diminui quando se torna mais quente” disse Essén.

Em seus relatórios, eles anotam que levou nove minutos para ir de 20 a 60 graus centígrados, que corresponde ao aquecimento com a potência elétrica. Indo de 60 a 97,5 graus centígrados, em contraste, em quatro minutos.

Durante o experimento Kullander e Essén tiveram a oportunidade de examinar o equipamento.

“Verificamos tudo que poderia ser verificado, pudemos nos movimentar pela sala livremente e observar todo o equipamento” disse Essén.

“Observamos especificamente a grande unidade de controle (com eletrônica) e ela contém principalmente retificadores e componentes passivos – nada de interesse nela” disse Kullander, o que está perfeitamente de acordo com o foi dito previamente pelo Dr. Levi.

Kullander e Essén tiveram seu primeiro debate com Rossi em meados de fevereiro, na época de uma discussão da física da energia do “energy catalyzer”, organizada pela NyTeknik. Depois de ouvirem as respostas de Rossi para diversas questões, eles expressaram uma opinião otimista cautelosa a respeito da tecnologia.

No primeiro encontro com Rossi, no fim de fevereiro eles tiveram acesso a uma amostra de pó de Níquel puro, destinado ao uso no “energy catalyzer”, e uma outra amostra, que segundo Rossi, que foi usada em um reator por 2,5 meses.

A análise mostrou que o pó puro consistia essencialmente de Níquel puro, enquanto que o pó usado continha vários elementos, principalmente 10% de Cobre e 11% de Ferro.

Uma vez que o Cobre não é um dos aditivos usados nos catalizadores, os isótopos de Cobre 63 e 65 podem somente ter sido formados durante o processo. A sua presença é portanto, uma prova de que existe reação nuclear no processo” disse Kullander.

A reunião, em fevereiro, por sua vez os levou a um novo encontro em Bolonha.

“Minha crença de que há um desenvolvimento de energia muito além do que seria de esperar foi reforçada significativamente quando eu tive a oportunidade de ver pessoalmente o processo e realizar medidas” disse Kullander.

“Tudo o que eu vi se excaixa. Não há nada que pareça estranho. Todas pessoas parecem ser honestas e competentes” acrescentou Essén.

Na linha do que eles manifestaram durante a discussão, em fevereiro, eles acreditam que a física do “energy catalyzer” possivelmente possa ser explicado por uma combinação de física atômica, molecular, nuclear e plasma. Ao mesmo tempo, eles são céticos em relação a teorias detalhadas e hipotéticas sugeridas neste momento, uma vez que há a necessidade de mais dados.

Eles dizem que Focardi e Levi devem ter a mesma abordagem, e apoiar este ponto de vista.

Focardi, que tem trabalhado com Rossi durante o desenvolvimento do “energy catalyzer”, é professor emérito da Universidade de Bolonha, enquanto que Levi agora será o responsável pelas pesquisa com o “energy catalyzer” no Departamento de Física da Universidade de Bolonha, comissionado por Rossi que lhe paga 500.000 Euros de acordo com um contrato entre sua empresa a Leonardo Corporation e a Universidade.

Kullander e Essén não fazem parte do projeto.

Durante a sua visita a Bolonha, eles encontraram o reitor da Universidade de Bolonha, o prof. Ivano Dionigi, e participaram de uma conversa, ele, Rossi, Focardi, Levi e Bianchini a respeito do projeto. De acordo com Kullander e Levi, uma futura colaboração é possível.

Figura 2 - Três E-Cats sem a isolamento e um isolado. O texto em azul (inglês) indica a entrada de Hidrogênio, o aquecedor principal, o aquecedor auxiliar, e a entrada de água



. Foto: Giuseppe Levi

Figura 3 - Vista de perto, o resistor principal em volta do tubo de Cobre que por sua vez envolve o reator de inox



. Foto: Giuseppe Levi

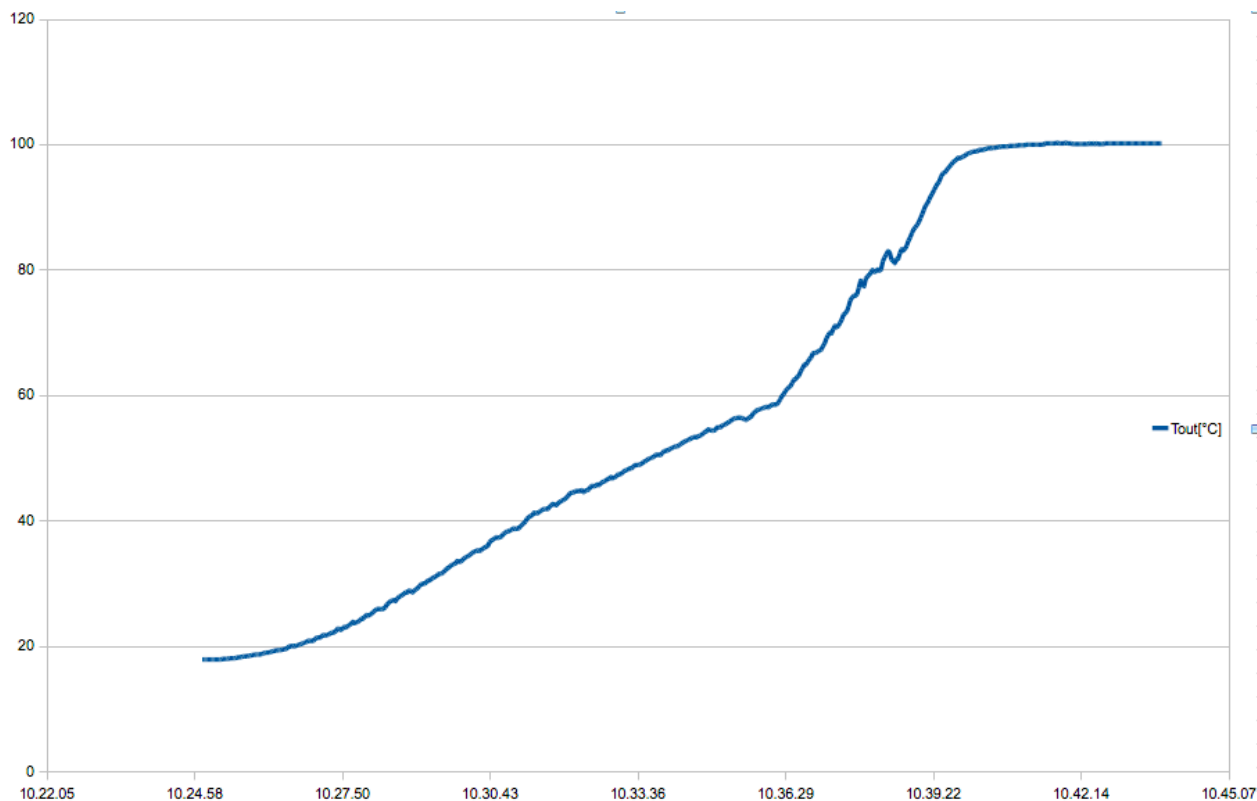
Figura 4 - Parte Vertical do E-Cat mostrando a saída de água quente pela mangueira preta. A isolamento e a blindagem de chumbo também podem ser vistas na figura



. Foto: Giuseppe Levi

Figura 5

Temperatura versus tempo em horas começando de 10 horas 22 minutos e 06 segundos. Temperatura da água quente. Aos 60 graus centígrados a temperatura dispara embora a potencia elétrica da alimentação do dispositivo seja constante.



Fonte: O mesmo artigo de NYTeknik Foto: Giuseppe Levi

A seguir um relatório com o resumo dos dados obtidos em uma demonstração que durou 18 horas. Também publicado em NyTeknik com diversos links que podem ser recuperados no documento original (11).

Em fevereiro de 2011, Levi et al (universidade de Bolonha) realizaram um outro teste do dispositivo de Rossi. Comparado com o de 14 de janeiro, eles usaram um fluxo maior, para resfriar a água para não vaporizar. Isto é, em parte, para recuperar mais calor e em parte porque Celani e outros criticaram que com a mudança de fase em calorimetria é mais complicada. Havia preocupação a respeito da entalpia do vapor úmido e a do vapor seco, e o uso de um medidor de umidade para determinar quão seco o vapor estava. Uma pessoa próxima dos testes deu o seguintes números que apresentamos aproximadamente abaixo:

Duração do teste of test: 18 horas

Fluxo: 3,000 L/h = ~833 mL/s.

Temperatura de entrada da água de resfriamento: 15°C

Temperatura de saída da água de resfriamento: ~20°C

Entrada de potência para os eletrônicos de controle: variável média 80 W, cerca de 20 W por 6 horas

Diferença de temperatura de $5^{\circ}\text{C} * 833 \text{ mL} = 4,165 \text{ calorias/segundo} = 17.493 \text{ W}$. Observadores estimaram a potência média em 16 kW. A diferença de 5°C pode ser medida com certeza e com facilidade.

3,000 L/h são 793 galões/h, o que é o fluxo de uma bomba ornamental de tamanho médio que custa \$120.00.

A potência de entrada dos controles eletrônicos é de ~80 W está de acordo com os valores medidos em 14 de janeiro. A potência de entrada foi maior porque houve um problema de rachadura numa solda de acordo com o relatório de Levi.

$18 \text{ horas} * 16 \text{ kW} = 288 \text{ kWh} = 1.037 \text{ MJ}$. Esta é a quantidade de energia de 26 kg de gasolina (7,9 galões). Dado o tamanho e o peso do dispositivo, isto descarta totalmente energia provindo de uma fonte química!

Rossi e a Universidade anunciaram que os testes com o dispositivo ainda continuarão por um ano.

O dispositivo de Rossi-Focardi foi descrito com riqueza de detalhes porque ele é um dispositivo histórico. Foi talvez o primeiro dispositivo prático com o qual se produz energia com a energia extraída da matéria. O dispositivo é real, já tem patente, e logo estará funcionando em usinas pilotos.

No pó de Níquel usado encontrou-se Cobre 10% e Ferro 11%. O isótopo mais abundante de Níquel é ^{58}Ni com 68% seguido de ^{60}Ni com 26% de abundância. Desta forma se poderia esperar uma transmutação pelo ganho de um próton (usa-se Hidrogênio e água normais) encontrar ^{59}Cu com 69% e ^{61}Cu com 26%. Estes isótopos de Cobre são instáveis. O ^{59}Cu tem meia vida de 3,35 horas e o ^{61}Cu tem meia vida de 1,36 minutos.

Mas o que se encontrou foi ^{63}Cu e ^{65}Cu . Na natureza ocorre exatamente ^{63}Cu com 69% e ^{65}Cu com 30%, evidentemente estáveis. Este Cobre encontrado parece ser Cobre natural. Talvez contaminação da tubulação de Cobre. O mesmo se poderia dizer do Ferro cuja composição isotópica não é descrita, mas afirma-se que o reator é de aço inox que evidentemente contém Ferro. (12)

1.2.2 Os Experimentos do Prof. Mizuno

No começo do livro “Transmutação Nuclear, A Realidade da Fusão a Frio” de Tadahiko Mizuno é descrito:

“Quando uma descoberta científica parece quebrar todas as regras, quando parece violar teorias amadas e mantidas por décadas ou por séculos, ela quebra um paradigma fundamental; existe um inferno a pagar.” (31).

Tadahiko Mizuno, 1945, nasceu no Japão e formou-se na Universidade de Hokkaido, onde recebeu seu doutorado e onde sempre trabalhou. Apaixonou-se pelo tema de fusão a frio, ao qual se dedicou com abnegação, obstinação e amor. Explorou o assunto sob os mais variados aspectos e é um testemunho credenciado da LENR (reações nucleares de baixa energia).

Conheceu John Bockris, a respeito do qual escreve:

“Bockris é um baluarte no campo da eletroquímica.” (13)

Mizuno explorou o máximo possível, repetindo a maioria dos trabalhos relacionados com fusão a frio.

Investigou nêutrons e os detectou. Detectou radiação gama. Encontrou Trítio. Realizou muitos experimentos com fusão a frio. Trabalhou várias vezes em condições precárias e as vezes providenciou aporte financeiro próprio.

Alguns aspectos de seus experimentos merecem destaque.

Alguns aspectos experimentais não são suficientemente descritos tornando difícil a reprodução de novos estudos para confirmação. Mizuno descreve com detalhes o seu trabalho tornando seus relatos uma verdadeira história.

Uma curiosidade, Mizuno se refere a uma situação que ele chama de “vida após a morte” e que consiste no seguinte: quando uma célula eletrolítica está produzindo excesso de calor (energia nuclear) e a célula for desligada, se for interrompida a corrente, a célula pode liberar este excesso de calor ainda por muito tempo, como horas ou dias. “Morta” a eletrólise, continua a produção de calor.

Ele procurou realizar fusão a frio usando água pesada de alto grau de pureza (pureza > 99,9%) e Li para obter uma solução de LiOD, usando catodo de Pd e anodo (contra eletrodo) de Pt.

Trabalhou com densidade de corrente de 45mA o que lhe dava em suas células uns 5 ou 6 Volts (14). Em algumas ocasiões chegou a 200 mA (15).

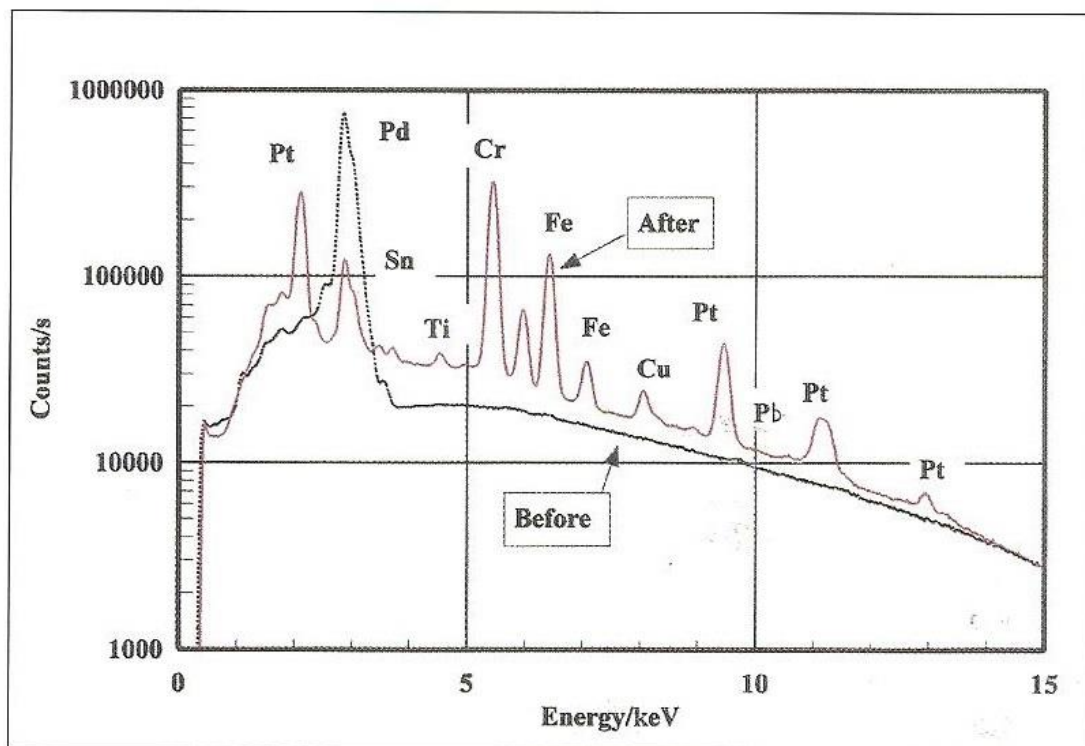
Mizuno em seu livro “Transmutação Nuclear, A Realidade da Fusão a Frio” relata análises de EDX obtidas por Oriani usando um catodo de Pd, eletrólito suporte de LiOD em concentração não mencionada. Comenta ainda que houve excesso de calor durante a eletrólise. O gráfico de EDX de Oriani mencionado no livro de Mizuno está na Figura 6.

Ao repetir os trabalhos de eletrólise de vários autores, inclusive os de Oriani, obteve resultados parecidos. Observou este pesquisador que os reagentes eram de alto grau analítico, o que não condiz com os resultados achados nas análises de EDX onde aparece variedade e quantidade significativa de outros elementos.

Figura 6

Gráfico das análises de EDX em catodo de Pd

Observe o antes (Before) e o depois (After).



Fonte: Nuclear Transmutation de Tadahiko Mizuno, Plate 17

Como exemplo explora os átomos de Fe com todos os seus isótopos. Sabemos que o Ferro natural apresenta a seguinte composição isotópica: ^{54}Fe (5,8%), ^{56}Fe (91,72%), ^{57}Fe (2,2%) e ^{58}Fe (0,28%) (16).

Entretanto Ohmori, outro pesquisador citado por Mizuno neste mesmo livro, observou a seguinte composição na superfície (28):

O ^{57}Fe que encontrariam normalmente em 2,2% e o ^{56}Fe em 92% estavam em proporções de 50% de ^{57}Fe e 45% de ^{56}Fe . Quando a análise foi feita a uma profundidade de 3000 Å o resultado da análise de ^{57}Fe encontrado foi de 15% e o ^{56}Fe de 80%. Não é possível admitir portanto que o Fe seja impureza. E por que essa diferença na superfície? Certamente algum fenômeno está acontecendo, mas o pesquisador não justificou essa diferença.

1.2.3. Experimentos Biológicos

Edmund Storms em “**The Science of Low Energy Nuclear Reactions**” compila o máximo de informações a respeito de toda e qualquer publicação referente ou a fusão a frio ou reações nucleares de baixa energia LENR.

Na seção 5.15 do referido livro, o autor relata experimentos com organismos vivos interessantes que são transcritos a seguir:

Desde 1967, Komaki (Instituto de Pesquisa de Biologia e Agricultura, Japão) e mais tarde Kervran fizeram uma afirmação, geralmente rejeitada de que organismos vivos são capazes de iniciar reações nucleares como meio de obter elementos necessários mas não disponíveis no seu ambiente. Como estas afirmações eram feitas para plantas ou animais, chamavam pouca atenção. Komaki melhorou as provas usando vários organismos monocelulares para os quais as modernas técnicas da química analítica são aplicáveis. Recentemente Vysotskii e colaboradores na Universidade Shevchenko de Kiev (Ucrânia) e Universidade Estatal de Moscou (Rússia) dissolveu MnSO_4 em D_2O contendo a bactéria (*Deinococcus Radiodurans* ou *Saccharomyces Cerevisiae* T-8) encontrou quantidades crescentes de ^{57}Fe , um isótopo raro de Ferro. Este resultado surpreendente seria facilmente rejeitado exceto pelo método incomum

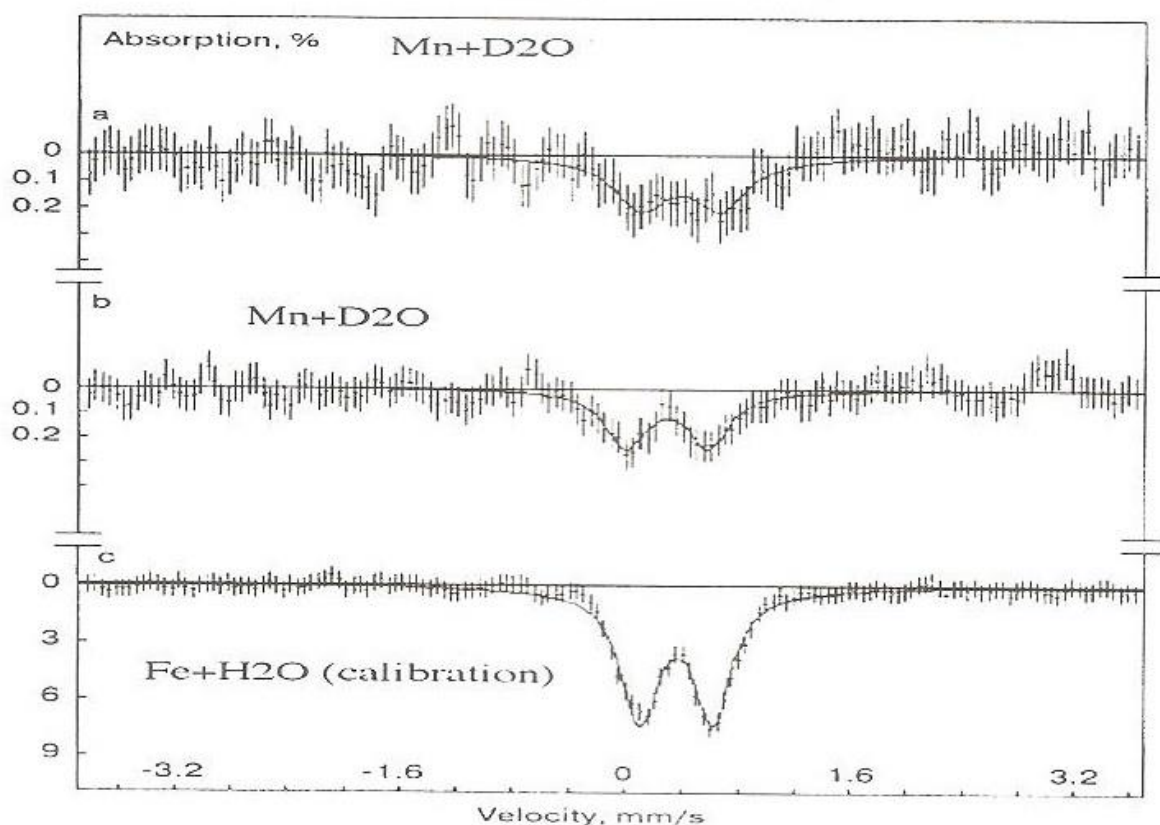
usado para provar a presença do isótopo de ferro. O isótopo ^{57}Fe é o único isótopo de Ferro que pode ser detectado usando o método mössbauer.

Este método usa radiação gama emitida por ^{57}Co , que é passado pela cultura enquanto a fonte é movimentada com velocidade variável e paralela à direção da radiação gama. Com uma certa velocidade, a radiação gama é absorvida se ^{57}Fe estiver presente e a quantidade de absorção está diretamente relacionada com a quantidade de ^{57}Fe . O detector fica localizado no outro lado da cultura e registra o fluxo de raios gama que sobram. Nenhum outro elemento causaria tal absorção na radiação gama. Eles mediram em um experimento $8,7 \pm 2,4 \times 10^{15}$ átomos de ^{57}Fe , que devem ter liberado 22kJ à uma razão de cerca de 80mW. A produção de ^{57}Fe ocorreu somente quando MnSO_4 e D_2O estavam ambos presentes, como mostrado na Figura 7. Além disso alguns elementos estimulam e outros inibem a reação. O único processo lógico exige um deutério entrando no núcleo de ^{55}Mn , que é o isótopo de abundância 100% no manganês natural, produzindo um único isótopo de Ferro o ^{57}Fe . Trabalhos posteriores produziram ^{54}Fe com ^{23}Na e ^{31}P , onde se afirma que houve fusão em cultura de *Bacillus Subtillis*. Se estes resultados forem aceitos, nós seremos obrigados a aceitar que organismos vivos são capazes de criar um NAE (Nuclear Active Environment), talvez dentro de uma molécula grande de proteína. A presença de somente um produto de reação nuclear observado indica que o processo é muito mais complexo do que parece à primeira vista e que alguma radiação não detectada pode estar sendo emitida. Associar uma grande quantidade de energia a uma só molécula parece improvável porque a destruiria, resultando em perda constante de um ambiente único para uma eventual reação nuclear.

Espectro mössbauer produzido em MnSO_4 e D_2O com o resultado do crescimento de cultura de bactéria. Quantidade de fluxo de radiação gama absorvida em função da velocidade da fonte que passa pela cultura, mostrado na Figura 7.

Figura 7

Espectro mössbauer produzido em MnSO_4 e D_2O



Fonte: The science of low energy nuclear reaction de Edmund Storms Figura 68

Realmente na natureza o ^{55}Mn apresenta abundância de 100%. Se colocarmos um Deutério em seu núcleo obteremos um ^{57}Fe que na natureza tem abundância de 2,1%(17). Já o ^{54}Fe tem abundancia de 5,8% mas não pode ser detectado pelo método mössbauer. O método mössbauer pode ser usado também para ^{129}I , ^{119}Sn e ^{121}Sb .

1.3 Algumas Considerações Teóricas

É inevitável que se façam algumas considerações teóricas. Como muitos pesquisadores já se manifestaram, parece que realmente não se tratam de fenômenos novos, mas de processos

já conhecidos em situações novas. Examinando os vários processos onde ocorrem ou excesso de calor ou transmutação nuclear, sem a menor dúvida estes processos se baseiam de perto em Mecânica Quântica. E com certeza, nenhum dos processos está bem descrito porque não se tem controle, nem de início nem de intensidade, mostrando que muita pesquisa ainda é necessária para que se possam ter aplicações práticas.

Mas isto não impede que se façam algumas considerações.

Einstein escreveu: “na tentativa de entender as leis da natureza, descobrimos que a explicação mais óbvia e intuitiva é frequentemente a explicação errada. “

O próprio Einstein nos dá uma indicação (18).

Em 1800 Oestered (32) observou que uma corrente passando por um fio condutor era capaz de desviar a agulha de uma bússola. Por outro lado Faraday (33) descobre que por uma espira de fio condutor passa uma corrente se nós aproximarmos ou afastarmos um ímã.

Afinal como explicar este entrelaçamento entre eletricidade e magnetismo?

O eletromagnetismo se tornou uma Ciência obscura. Nada conhecido poderia explicar o comportamento da eletricidade e do magnetismo.

Porque faltava um conceito fundamental: o conceito de campo.

Aparentemente o conceito de campo é perfeitamente inútil. Não é sequer abstrato. É uma constante (mais rigorosamente um vetor) proporcional à força exercida por um elemento de prova, elétrico ou magnético colocado numa determinada posição do espaço.

Colocando um elemento de prova com uma carga conhecida em determinado local, o campo elétrico será proporcional à força que surge neste elemento de prova. Analogamente para um elemento de prova magnético, o campo magnético será proporcional à força que aparece no elemento de prova pelo fato de ele estar naquele determinado local.

Só este conceito (campo), permitiu a Maxwell (1831) formular matematicamente todas as leis do eletromagnetismo que usamos até hoje.

No caso de fusão a frio, reações nucleares químicas, podemos estar exatamente na mesma situação. Pode estar faltando um conceito fundamental para compreendermos o que está acontecendo e para que possamos escrever as equações que regem estes fenômenos.

Considere as reações:



Estas reações certamente ocorrem no catodo. Observa-se na primeira equação o aparecimento da espécie H^\bullet . Este Hidrogênio é chamado de Hidrogênio nascente. Ele é altamente reativo e normalmente reage com outro Hidrogênio formando o gás Hidrogênio.

Todavia, do ponto de vista elétrico um H^\bullet é uma partícula composta neutra. Não é nenhuma violência chamar o H^\bullet de partícula composta. Recentemente (2013) já está se propondo que o próprio elétron não seja mais considerado uma partícula elementar, ele seria uma partícula composta, constituído por Spínon, Hólon e Órbitron (27).

Estamos chamando o H^\bullet de Hidreniô, numa alusão a ‘Ενιω (Eniô) assistente de ‘Αρεç (Ares) o deus da Guerra. Raciocinando um pouco, é fácil entender porque este nome foi proposto, além disso, esta singular partícula tem dado muita dor de cabeça a todos os que se propuseram a estudar este tema.

Do ponto de vista elétrico o H^\bullet sendo uma partícula neutra já podemos prever uma grande mobilidade desta partícula pela estrutura cristalina de um metal.

E afinal como o H^\bullet penetraria no núcleo? Sendo bem dogmático poderíamos dizer que existe em MQ um conceito que é o do tunelamento quântico. Por este mecanismo uma partícula pode ultrapassar uma barreira energética muito mais alta do que a energia que a partícula possui.

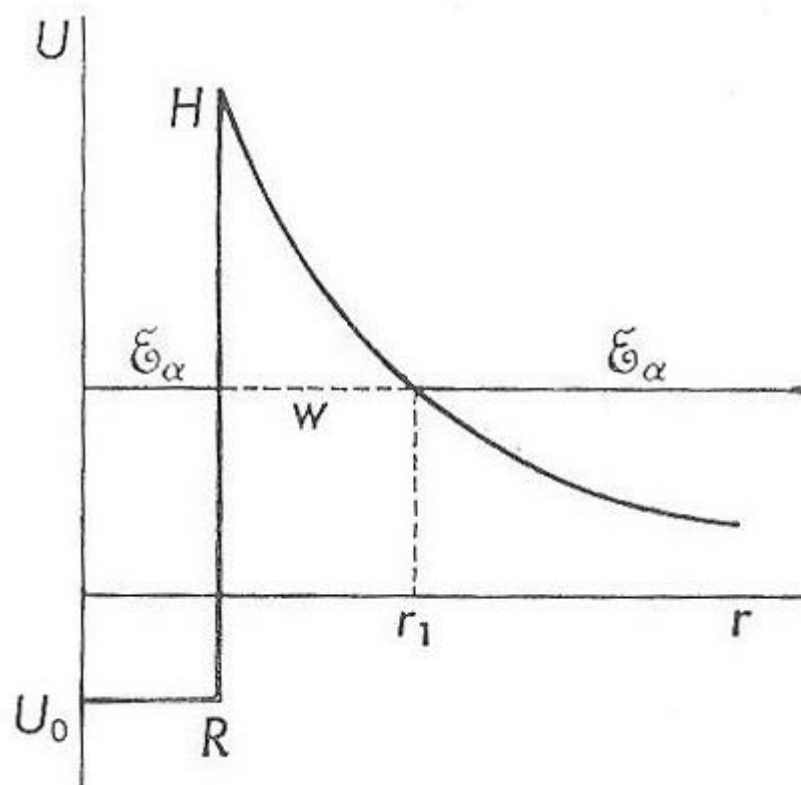
Vamos usar as informações contidas no livro Introduction to Atomic and Nuclear Physics de Semat, H (21) escreve:

A desintegração radioativa de um núcleo por emissão de partículas alfa só se conseguiu explicar satisfatoriamente com os trabalhos de Gamow, Condon e Gurney em 1928(22), baseando-se na Mecânica Ondulatória.

São necessárias algumas hipóteses em ralação às forças sobre as partículas alfa. Embora se assuma que no núcleo haja somente nucleontes, podemos imaginar que se reúnam dois prótons e dois nêutrons para formar uma partícula alfa. Existe um intercâmbio constante de energia entre as partículas alfa e os restantes nucleontes. Ainda que desconheçamos a natureza exata das forças que atuam na partícula alfa, sabemos que existem forças de repulsão devidas às cargas e forças de atração muito intensas de caráter especificamente nuclear. Pode-se admitir que estas forças deem origem e a energia potencial constante, a uma energia potencial negativa U_0 a distância R do centro do núcleo. Tomaremos esta distância como o raio do núcleo. As forças especificamente nucleares são de alcance tão curto, que fora do núcleo podemos supor que ajam somente forças coulombianas devidas às cargas elétricas. A energia potencial U da partícula alfa, fora do núcleo, é inversamente proporcional à distância $r > R$ do centro do núcleo como indicado na figura 8. O potencial

coulombiano e a energia potencial constante são representados por um segmento de reta horizontal, para $r \leq R$.

Figura 8



Energia U pela distância r . Fonte: Física atômica e nuclear de Henry Semat Figura 11-12 pag. 164

O valor da energia potencial quando $r = R$ se designa por H e recebe o nome de *altura da barreira de potencial*. No caso do ^{238}U , por exemplo, a altura da barreira de potencial para uma partícula alfa é de cerca de 30 MeV, sendo da mesma ordem de magnitude para a maioria dos elementos pesados. De acordo com as ideias da Física Clássica, este valor representa a energia mínima que deve ter uma partícula alfa para escapar do núcleo. Entretanto as partículas alfas emitidas por núcleos radioativos possuem energia da ordem de 5 a 6 MeV, e em poucos casos a energia chega a uns 11 MeV. Estes valores estão muito abaixo da altura da barreira de potencial destes núcleos. O espectro energético de uma partícula alfa mostra que deve haver uma interação com outros núcleos de forma a elevá-la a um nível ϵ_α , igual à energia que a partícula possui a uma grande distância do núcleo. Uma vez que esta energia é menor que a altura da barreira de potencial, temos o problema de como atravessar o intervalo w , onde a barreira tem valores de energia maiores do que a que possui a partícula.

Esta questão se resolve substituindo a partícula alfa pela sua onda de De Broglie, escrevendo-se a correspondente equação de Schrödinger e resolvendo-a com as condições de contorno adequadas. A solução desta equação mostra que se a onda de De Broglie incide na barreira de potencial em parte ela será refletida e em parte ela será transmitida.

Define-se como *probabilidade de penetração*, também chamada de *transparência* da barreira, como o coeficiente da intensidade da onda transmitida da

onda incidente. Calcula-se assim a probabilidade de penetração dividindo-se o quadrado da amplitude da onda transmitida pelo quadrado da onda incidente.

O problema da emissão alfa consiste em determinar a vida média τ da partícula alfa no núcleo, ou seja, encontrar o valor recíproco da probabilidade por unidade de tempo λ para que a partícula escape do núcleo. Tal probabilidade depende da transparência da barreira de potencial. A solução da equação de Schrödinger para este problema mostra que a transparência é proporcional ao termo

$$\exp - \frac{2}{\hbar} \int_R^{r_1} \sqrt{2M(U - \varepsilon_\alpha)} dr \quad \text{Equação 1.3}$$

onde U é a energia potencial em função de r e M (a massa da partícula alfa). No interior do núcleo a partícula oscila e choca-se periodicamente contra a barreira de potencial. Supondo-se a velocidade média \bar{v} , a frequência dos choques com a barreira será $\bar{v} / 2R$.

O produto desta frequência pela transparência será praticamente igual à probabilidade, por unidade de tempo, para que a partícula escape do núcleo.

Então

$$\lambda = \frac{\bar{v}}{2R} \exp - \frac{2}{\hbar} \int_R^{r_1} \sqrt{2M(U - \varepsilon_\alpha)} dr \quad \text{Equação 1.4}$$

Vamos chamar o expoente como G .

Esta equação é utilizada para calcular raios nucleares, substituindo-se os valores medidos de λ e de ε_α . Os valores calculados de λ concordam qualitativamente com os resultados experimentais.

Este é um dos métodos aplicados para se encontrar R e os resultados obtidos concordam bastante bem com os deduzidos por outros métodos. Podemos adotar o valor de $R = 1,2 \times 10^{-13} \times A^{1/3}$ para o raio de um núcleo com número de massa A .

Podemos reescrever nossa equação como

$$\lambda = \text{constante } e^{-G} \quad \text{Equação 1.5}$$

Note-se que esta equação é uma forma da Lei de Geiger-Nuttall (23), uma vez que G é uma função de energia e portanto do alcance da partícula.

Uma aproximação aceitável para G é

$$G = \frac{8\pi^2 e^2}{h} \frac{Z}{v} \quad \text{Equação 1.6}$$

Sendo v a velocidade da partícula fora do núcleo.

A constante da equação de λ mostrada anteriormente tem um valor diferente para cada família radioativa.”

Estas explicações que se encontram no livro texto de Henry Semat, (baseadas nos trabalhos de Gamow, Condon e Gurney) são satisfatórias e simples.

A regra de Geiger-Nuttall nos diz (23) que:

Existe uma dependência sistemática entre a energia de partículas alfa e os diferentes núclídeos de uma dada série radioativa e as meias vidas do núclídeo que as emite. Esta relação pode ser escrita:

$$\ln(\lambda + c) = \ln R \quad \text{Equação 1.7}$$

onde λ é a constante de decaimento para o referido nuclídeo, c é uma constante para a particular série radioativa e R é o alcance das partículas alfas num dado meio.

É uma simplificação exagerada pensarmos em partículas alfa como bolinhas pontuais ricocheteando na barreira de potencial, viajando no núcleo com velocidade v , como se o núcleo fosse uma esfera oca...

Porém os resultados experimentais confirmam as conclusões tiradas. Portanto, o modelo, apesar de simplificado, é um modelo razoável do ponto de vista físico.

O H^\bullet está exatamente em uma situação simétrica. Vamos fazer uma simples comparação, o tamanho do átomo em relação ao diâmetro do núcleo é aproximadamente 10^4 . Uma ervilha tem aproximadamente 1 cm e um campo de futebol uns 100 metros, é uma relação de 10^4 . O núcleo sendo uma ervilha e o átomo um campo de futebol, existe um grande espaço vazio na matéria, onde com os conhecimentos que temos, seria temerário fazer hipóteses.

Se for considerado que o H^\bullet é eletricamente neutro, ele poderia entrar com muita facilidade neste campo de futebol. Em um determinado momento ele perde o seu elétron e se choca com a barreira de potencial do núcleo.

E talvez isso seja até onde se possa ir com o nível de conhecimentos disponíveis. É muito grande a tentação de usar a Eletrostática para fazer algumas considerações teóricas. É muito grande a tentação de usar os conhecimentos de Eletroquímica. A maioria dos autores trata de células com sobre potencial. Nas eletrólises alcalinas as tensões andam pela ordem de 1,21 ou 1,48 V dependendo da abordagem. Nos experimentos desta pesquisa se começa com pelo menos uns 7 V e prosseguindo com a eletrólise a tensão alcança 12, 13, 14 V o que é dez vezes a tensão usual em eletrólise alcalina da água. Fica evidente, observando estes valores que qualquer extrapolação do que é apresentado nos livros é uma extrapolação fora da realidade. É muito grande a tentação de usar os conhecimentos da dupla camada, especialmente o proposto por Helmholtz (24) por se tratar de um modelo bastante simples e robusto. Como ficaria então a “vida após a morte” onde o processo continua por muitas horas após a diferença de potencial ter sido levada a zero? Ou dito de outra forma, quando é desligada a fonte de tensão entre os eletrodos? Evidentemente nestas condições é completamente sem sentido falar-se em dupla camada.

Talvez seja este o impasse das Reações Nucleares Químicas, porque nos falta um conceito que nos ajude a compreender o que acontece. Qual é o gatilho destas reações? Apesar da Ciência avançar com passos milimétricos cada contribuição é importante, para que um dia

tenhamos uma quantidade suficiente de conhecimento, para compreender melhor o que acontece com a Reações Nucleares Químicas.

De qualquer forma, a medida que as LENR crescem de importancia, pesquisadores do mundo inteiro procuram soluções. O **Journal of Nuclear Physics** na edição de outubro de 2012 traz um artigo “The Quantum Space Theory (QST) could explain the LERN”, os físicos estão não só aceitando as LENR como começam a contribuir

Podemos e devemos ainda fazer mais um esclarecimento com os conhecimentos da literatura. No caso da Platina, se ela receber em seu núcleo um próton ela avançará uma casa na Tabela Periódica e se tornará Ouro.

A Platina (25) possui vários isótopos possíveis.

Mas apenas ^{194}Pt (32,9%), ^{195}Pt (33,8%), ^{196}Pt (25,3%) e ^{198}Pt (7,2%) são estáveis representando 99,2% da Platina natural.

Observa-se que apenas o ^{197}Au é estável e representa $\approx 100,0\%$ de todo o Ouro natural.

O ^{195}Au tem meia vida de ≈ 186 dias realizando captura de elétron e voltando à Platina ^{195}Pt .

^{195}Au pode decair de outras formas, mas aí a meia vida seria muito mais curta.

O ^{196}Au também faz captura de elétron na meia vida de 6,18 dias voltando à Platina mas também decaindo de outras formas com meias vidas mais curtas.

O ^{199}Au tem meia vida de 3,14 dias realizando emissão β^- dando ^{199}Pt que também não é estável.

Assim podemos dizer que apenas o ^{196}Pt dá um isótopo estável de Ouro, mas este isótopo representa apenas 25,3% da Platina natural. Este fato será lembrado mais adiante nos Resultados.

2. OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa foi de procurar novas CANR reações nucleares quimicamente assistidas e documentá-las. Sem usar água pesada foram feitas eletrólises com água normal (leve).

Este trabalho usa conhecimentos de eletroquímica, de física nuclear, mas o essencial são os conhecimentos de química analítica para que se possa ter a segurança e a certeza de ter havido transmutação nuclear.

Demonstrar a entrada de um próton no núcleo de um átomo metálico, realizando transmutação nuclear, com a finalidade de acrescentar dados e informações neste novo campo do conhecimento humano, que se abre e que certamente será o foco das principais pesquisas do século XXI.

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Materiais e Métodos

3.1.1 Reagentes e Filmes

Dental Intraoral E-Speed film Kodak ref 527 7967 made in USA.

X-RAY FILMPAK ref 1000669 made in England.

Cupron (Benzoinoxima) (P.A.) marca LabSynth.

LiOH (P.A.) utilizado neste trabalho foi de pureza de grau analítico marca Merck.

KOH (P.A.) utilizado neste trabalho foi de pureza de grau analítico marca Mallincrodt

NaOH (P.A.) utilizado neste trabalho foi de pureza de grau analítico marca LabSynth

(NH₄)OH (P.A.) utilizado neste trabalho foi de pureza de grau analítico marca LabSynth

Diversos cilindros de vários metais Ni, Hf, Cu, Mo, Bi, Ti, In, W obtidos na Metallium Inc (USA) de 1 polegada (24,2mm) por ½ polegada (12,4mm) de diâmetro, pureza 99% ou melhor.

Fios de Platina marca LabSynth.

3.1.2 Equipamentos

Fonte 30 V continuamente variável Max. 2 A **NOVA ELETRONICA**

Fonte 30 V continuamente variável Max. 5 A **DAZHENG OS-305D**

Máquina fotográfica **Nikon** **COOLPIX P510** 16.1 M Pixels

Máquina fotográfica **Sony** **DSC-HX9V** 16.2 M Pixels

Microscópio metalográfico invertido Olympus modelo GX-51

Microscópio metalográfico invertido **UNITRON** Series N

Câmera para microscópio **TUCSON** modelo TSdT

TRMS Multimeter **EXTECH** Model e exatidão de 0,06%

na Faixa de DC de 0,01 mV até 1.000 V.

Multímetro Simpson 260 series 7

Multímetro **TMK** Model 102

True RMS Multimeter **UNI-T** UT71B

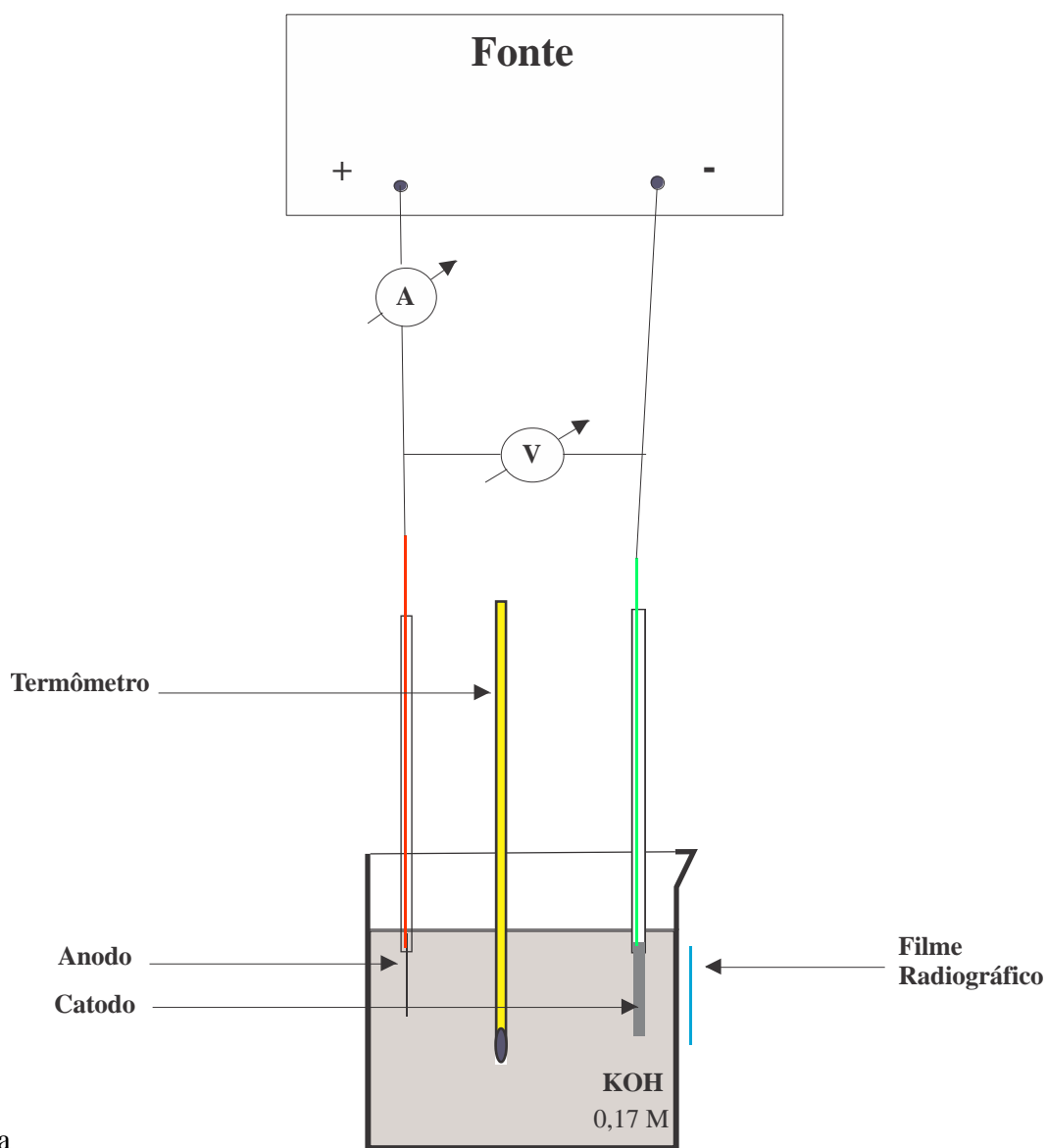
Geiger Müller Counter **GMC-200**

GEIGER COUNTER **LUNDLUM** MODEL 5

Mostramos na Figura 9 uma montagem simplificada utilizada nos experimentos.

Figura 9

Esquema simplificado da montagem do experimento



Esquema

Fonte do Desenho: Autoria própria

3.2. O Experimento

Os estudos realizados com E-Cat mostraram dificuldade em se trabalhar com Ni em pó pois este se revestia de Cu, apesar deste elemento não estar presente próximo ao Ni.

Isto nos chamou a atenção para o fenômeno (10).

O fato das dificuldades de se obter água pesada de alto grau de pureza nos estimulou a uma nova saída para estes estudos. Como o E-Cat de Rossi (10) foram alimentados com H₂, isso nos abriu a expectativa de realizar estes experimentos com H₂O com grau de pureza máximo possível.

Foram feitos testes prévios com os seguintes metais: Níquel, Platina, Cobre, Bismuto, Molibdênio, Tungstênio, Háfnio e Titânio.

A escolha dos metais teve sempre como objetivo facilitar o reconhecimento visual de reações nucleares, objetivo desta pesquisa.

Alguns exemplos: Níquel poderia dar Cobre vermelho em metal branco, facilmente visível. A Platina poderia dar Ouro amarelo, idem. O Cobre poderia dar Zinco, branco no metal vermelho.

O Molibdênio poderia dar o Tecnécio bastante radioativo e facilmente identificável pela radiação, o mesmo se poderia dizer do Bismuto que poderia dar Polônio altamente radioativo.

Em todos os experimentos foi usado filme radiográfico a fim de detectar uma eventual radiação. Não foi detectada nenhuma radiação no caso do Mo e do Bi, e este trabalho foge ao escopo da pesquisa.

O W, Ti e o Hf foram usados para se pesquisar outra região da tabela periódica. Mas os testes iniciais não foram promissores.

Também foram testadas várias bases monovalentes como eletrólito suporte. Experimentou-se com os respectivos hidróxidos de Lítio, de Sódio, de Potássio e de Amônio. A maioria dos trabalhos da literatura foram realizados com Hidróxido de Lítio LiDO, isto é, hidróxido de Li de Deutério. De todos os hidróxidos experimentados o KOH nos mostrou promissor, portanto resolvemos utiliza-lo como eletrólito suporte.

Logo o hidróxido de Potássio pareceu mais promissor e foi adotado como a base padrão. Na verdade nas eletrólises com hidróxido de Potássio a formação da camada de Cobre sobre o Catodo de Níquel era mais rápida. Posteriormente descobriu-se que este Cobre poderia ser uma impureza concentrada no catodo, uma vez que estas bases trazem diversas impurezas, em quantidades muito pequenas mas que são concentradas no catodo.

Entretanto o KOH foi adotado usando-se solução de 0,17 M, exatamente porque nesta concentração os resultados foram satisfatórios.

Baseado nos trabalhos experimentais de Mizuno, usamos uma concentração de corrente no catodo de aproximadamente 100 mA/cm^2 . Esta corrente faz com que a diferença de potencial entre anodo e catodo inicialmente esteja entre 6 a 8 volts, no decorrer da eletrólise há a tendência da voltagem subir, mantendo a mesma densidade de corrente. A voltagem atinge entre os 13 a 15 volts quando se estabiliza.

Estas eletrólises foram repetidas várias vezes e os resultados foram semelhantes.

A Figura 10 mostra a montagem horizontal do catodo de Ni utilizado nos experimentos.

Figura 10

Montagem de um catodo de Níquel.

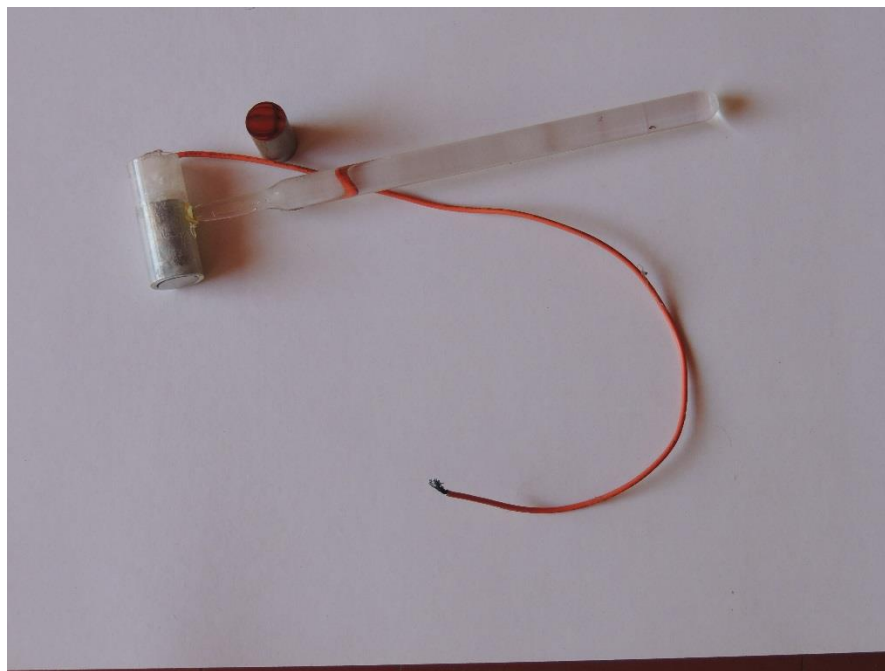


Foto: Autoria própria

As dificuldades em função do acúmulo de H_2 quando o eletrodo estava montado verticalmente foram minimizadas com a montagem horizontal.

O anodo (contra eletrodo) é um eletrodo normal de fio de Platina. A célula eletrolítica consiste de um béquer de 250 mL.

O tempo de eletrólise para a obtenção dos dados foram longos, de no mínimo uns dez dias, podendo ainda se estender a uns vinte dias.

Após a eletrólise, o catodo de Platina mostrou um brilho amarelo que depois de lavado e seco foi submetido às análises de microscopia e de EDX.

Observou-se que a temperatura apresentava pouca influência nos parâmetros elétricos desde que a concentração do eletrólito suporte fosse mantida constante.

A Figura 11 mostra a montagem do catodo de Platina antes da eletrólise, é um fio de Pt previamente laminado, que foi utilizado como catodo para se ter uma geometria plana, cortada para ter área de 1 cm^2 . Usou-se uma corrente para que a concentração de corrente fosse de uns 100 mA/cm^2 .

Depois da eletrólise a lâmina foi cortada e pode ser observada no microscópio e submetida ao teste de EDX, como está descrito na seção seguinte.

Figura 11

Eletrodo com lâmina de Platina sem uso.



Foto: Autorial própria

A Figura 12 mostra os filmes radiográficos que foram submetidos às possíveis radiações geradas durante o experimento. Estas chapas foram aderidas à célula eletroquímica em todos os experimentos, as quais foram montadas com um dispositivo de uma folha de Pb triangular como indicativo de radiação.

Figura 12

Algumas chapas radiográficas como as usadas neste trabalho.



Foto: Autoria própria

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As pesquisas bibliográficas nos mostraram muita dificuldade para se obter um modelo prático que resolvesse o tema proposto. Estes estudos, portanto, nos permitiram montar novos experimentos a fim de se obter os resultados desejados propostos no tema inicial. As dificuldades surgidas na obtenção de dados experimentais nos tornou possível participar de fenômenos desconhecidos até então, sugerindo para o futuro novas abordagens científicas.

Como o objetivo principal proposto era o de monitorar possíveis reações nucleares quimicamente assistidas (CANR) os outros fenômenos observados durante os experimentos serão possivelmente abordados posteriormente como propostas de trabalhos futuros.

Como inicialmente houve trabalhos exploratórios com vários metais, escolhemos a Pt por esses estudos porque os demais apresentaram mais questões do que respostas. Como em todos os estudos foram realizados com reagentes de grau analítico supunha-se que as prováveis impurezas estavam abaixo do limite detectável dos equipamentos usados nestas análises. Isso não aconteceu. Então resolveu-se submeter esses reagentes a purificação eletroquímicas com eletrodo de grande área, comumente indicado pela literatura (34). Mesmo assim cátions como Zn, Cu e Fe aparecem como traços detectáveis pelo EDX.

Mesmo assim não aparece em nenhuma condição inicial átomos de Au ou traços.

As eletrólises com eletrodo plano de Pt usados como catodo em meio KOH 0,17 M foram realizadas por aproximadamente 200 horas, mantendo-se o volume constante sob densidade de corrente de $100\text{mA}/\text{cm}^2$. O eletrodo após lavado e seco foram submetidos às análise micrográficas e posteriormente análises de EDX.

Observou-se nas análises micrográficas sobre a superfície do eletrodo metal amarelo intenso que inicialmente chama a atenção como sendo Au, sendo mostrado nas Figuras 13, 18, 19 e 20.

Estas observações são notáveis nas Figuras 13 e 14 onde a Figura 13 é apresentada com aumento maior quando comparado com a figura 14.

Um fato interessante que foi observado é que com a mudança de abertura da luz o metal visivelmente amarelo passa a ser visto como branco, como são vistos nas figuras 14, 15, 16 e 17.

A seguir uma sequência desta mesma micrografia com abertura cada vez maiores. Na Figura 14 ainda é bem visível o amarelo. Nas micrografias subsequentes, sempre do mesmo ponto, a área amarela torna-se branca por ofuscamento da câmara, mas são visíveis os depósitos de outros metais de forma bem evidente na Figura 17. As áreas brancas das Figura 14, 15, 16 e 17 são na realidade de um amarelo tão brilhante que ofusca a câmara.

Figura 13

Micrografia onde o amarelo brilha tanto que as áreas adjacentes ficam completamente escuras.

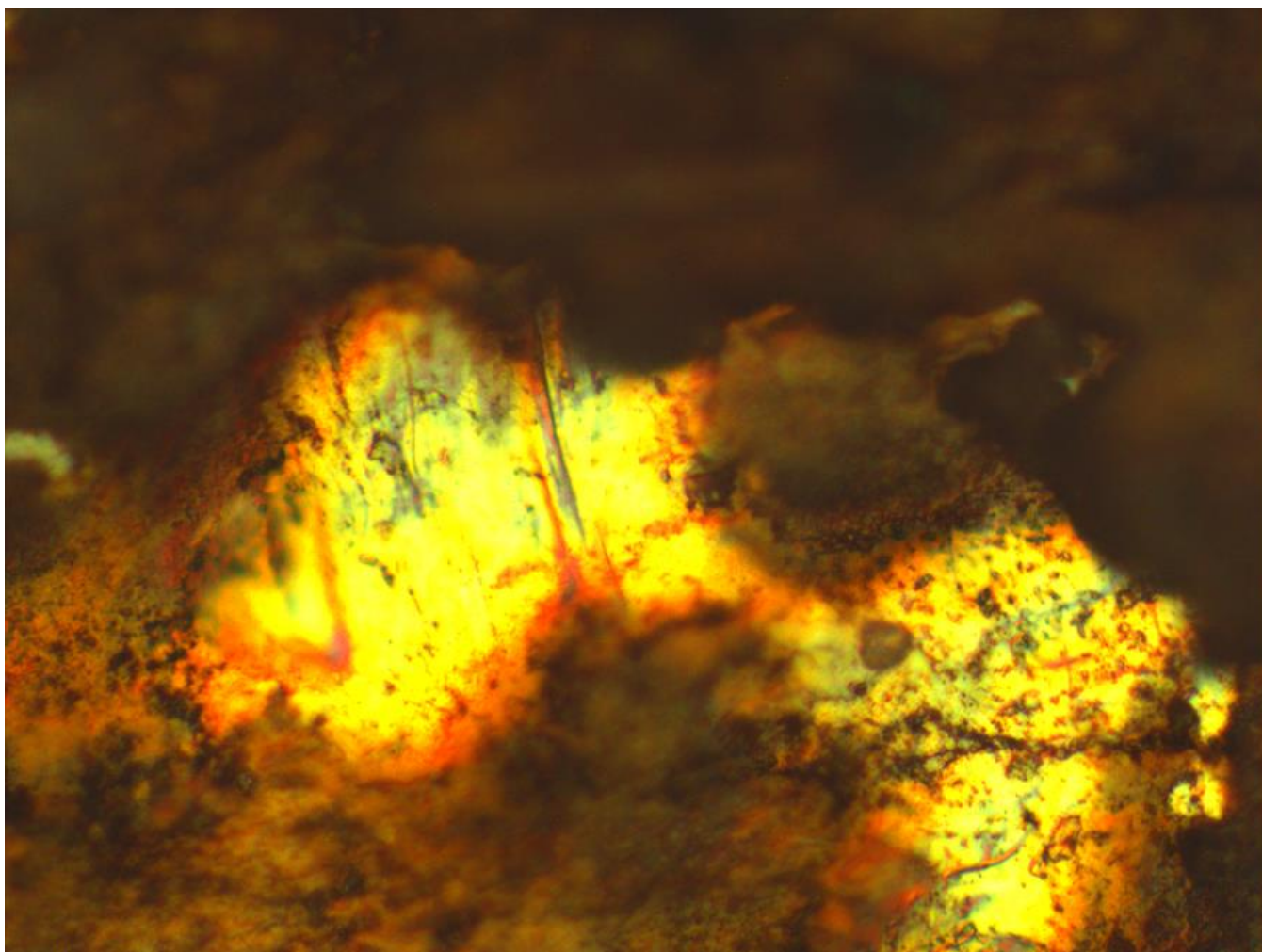


Figura 14



Figura 15

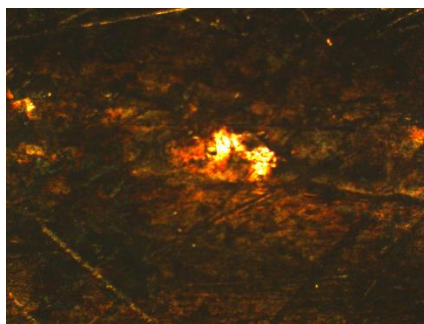


Figura 16

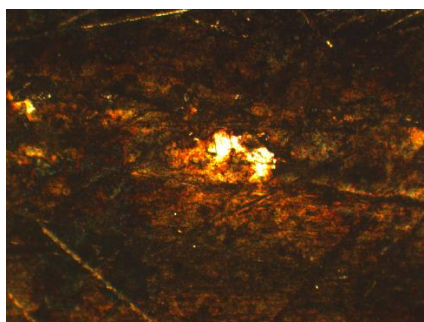
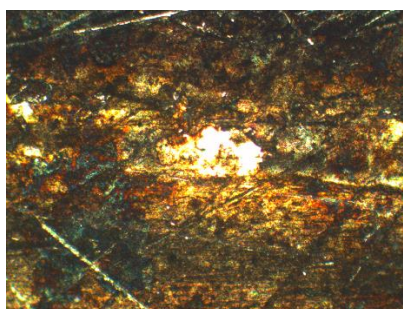


Figura 17



Fotos: Autoria própria

Aberta mais a luminosidade, vemos áreas brancas e podemos ver a micrografia mostrando a imagem da deposição de diversos metais.

Figura 18

Micrografia mostrando Ouro, conforme EDX mais adiante.

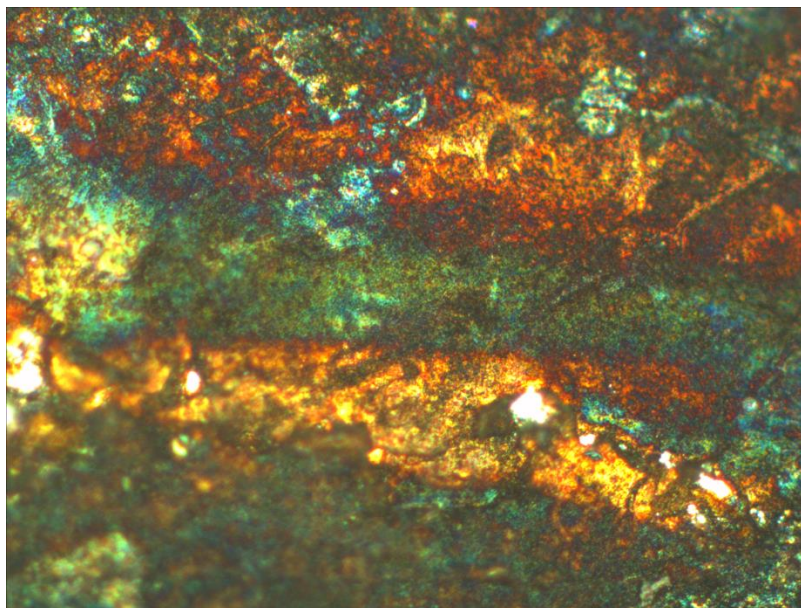


Foto: Autoria própria

E mais uma Figura.

Figura 19

Micrografia mostrando Ouro, conforme EDX mais adiante.

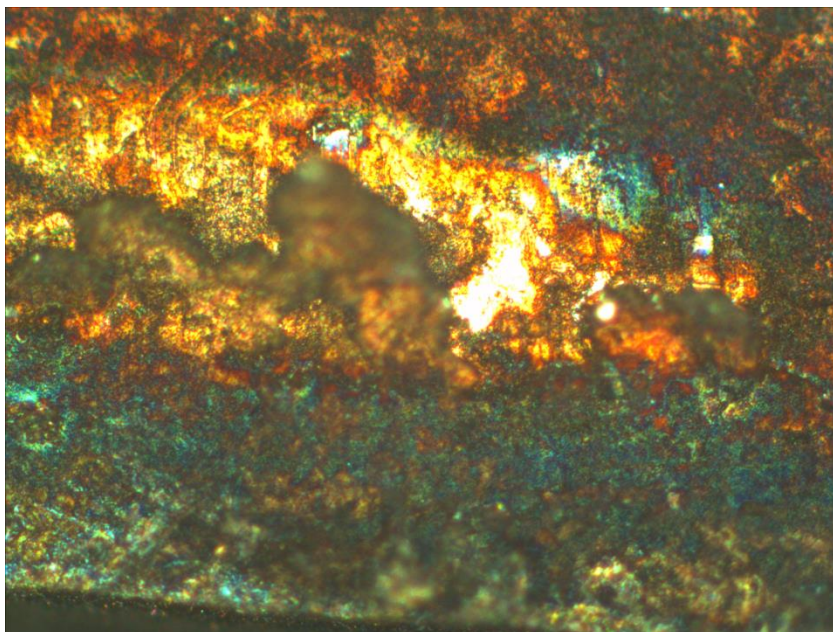


Foto: Autoria própria

As áreas brancas são ainda maiores. E mais outra Figura.

Figura 20

Micrografia mostrando Ouro, conforme EDX mais adiante.

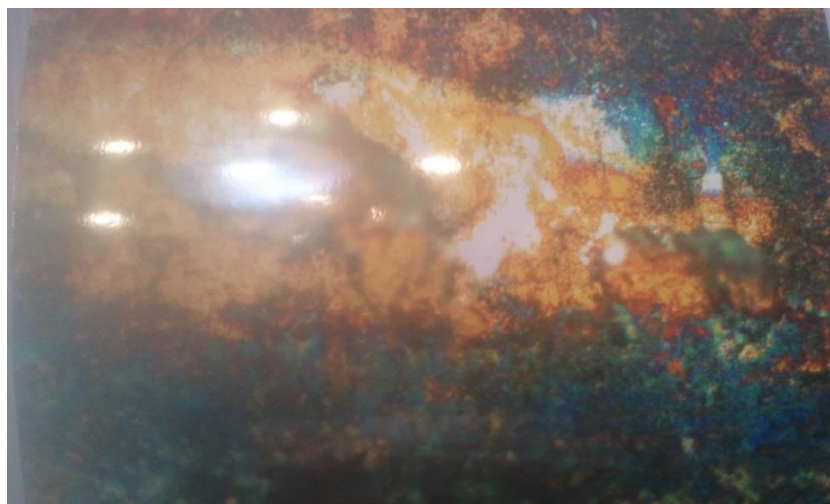


Foto: Autoria própria

A Figura 20 nos mostra a micrografia do eletrodo de Pt em outra região do eletrodo onde podemos notar com a luminosidade aumentada a presença de Au entre os metais depositados.

E efetivamente, segundo o EDX é Ouro. Vamos a seguir discutir alguns resultados das análises feitas por EDX que se encontram nos Apêndices.

As análises de EDX do eletrodo de Pt após a eletrólise mostraram que não apenas os dados obtidos por micrografia sugeriram a presença de Au mas a constatarem.

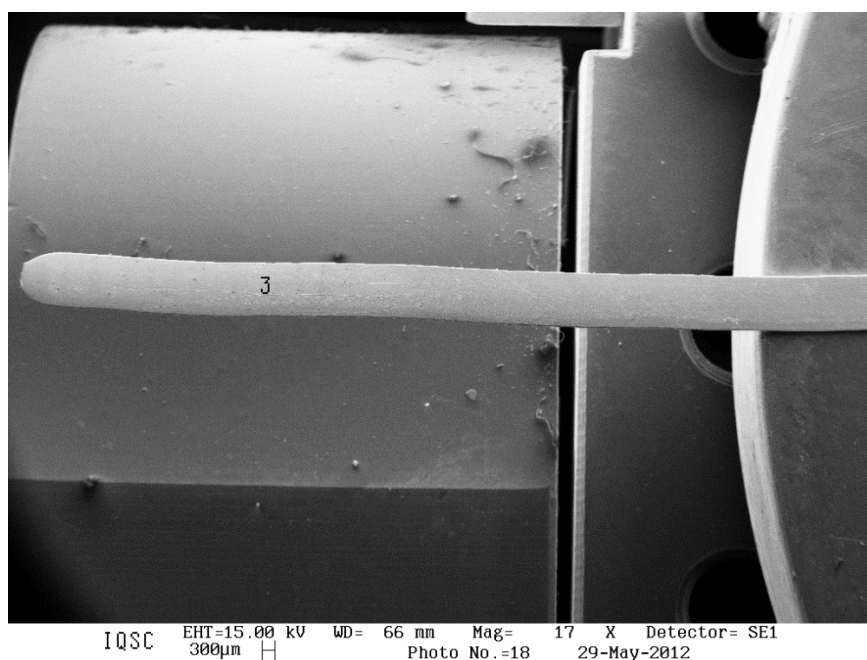
Foram inicialmente feitas análises do eletrodo de Pt antes da eletrólise (Figura 22) a fim de constatar as prováveis impurezas do mesmo.

Estes dados estão registrados na Figura 22 e 23.

A Figura 21 a seguir foi feita com o equipamento de EDX e grande aumento.

Figura 21

Micrografia feita com equipamento de EDX.



Fonte: Relatório de Marcio de Paula

As Figuras 22 e 23 foram extraídas do relatório da análise de EDX (Apêndice A).

Figura 22

Ponto 3 da Micrografia da página anterior

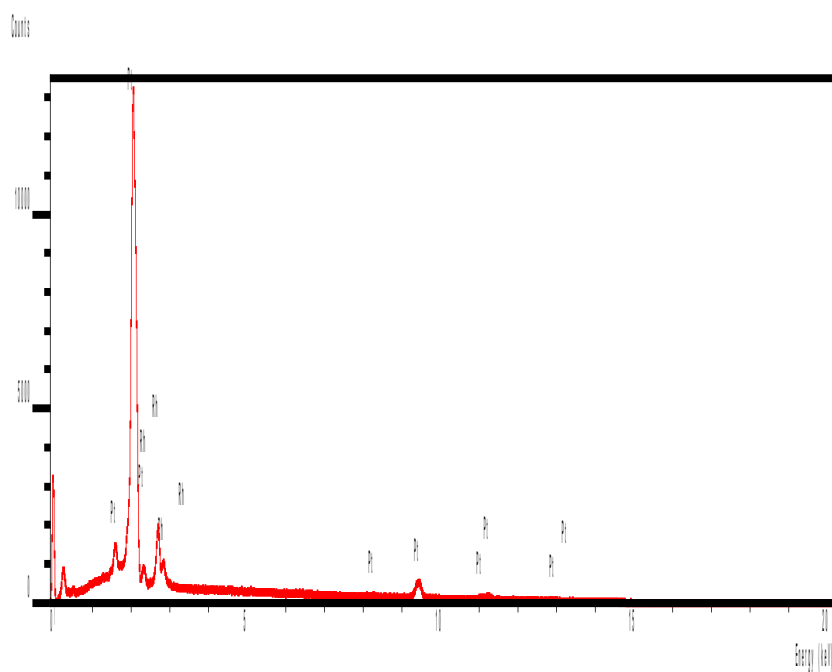


Figura 23

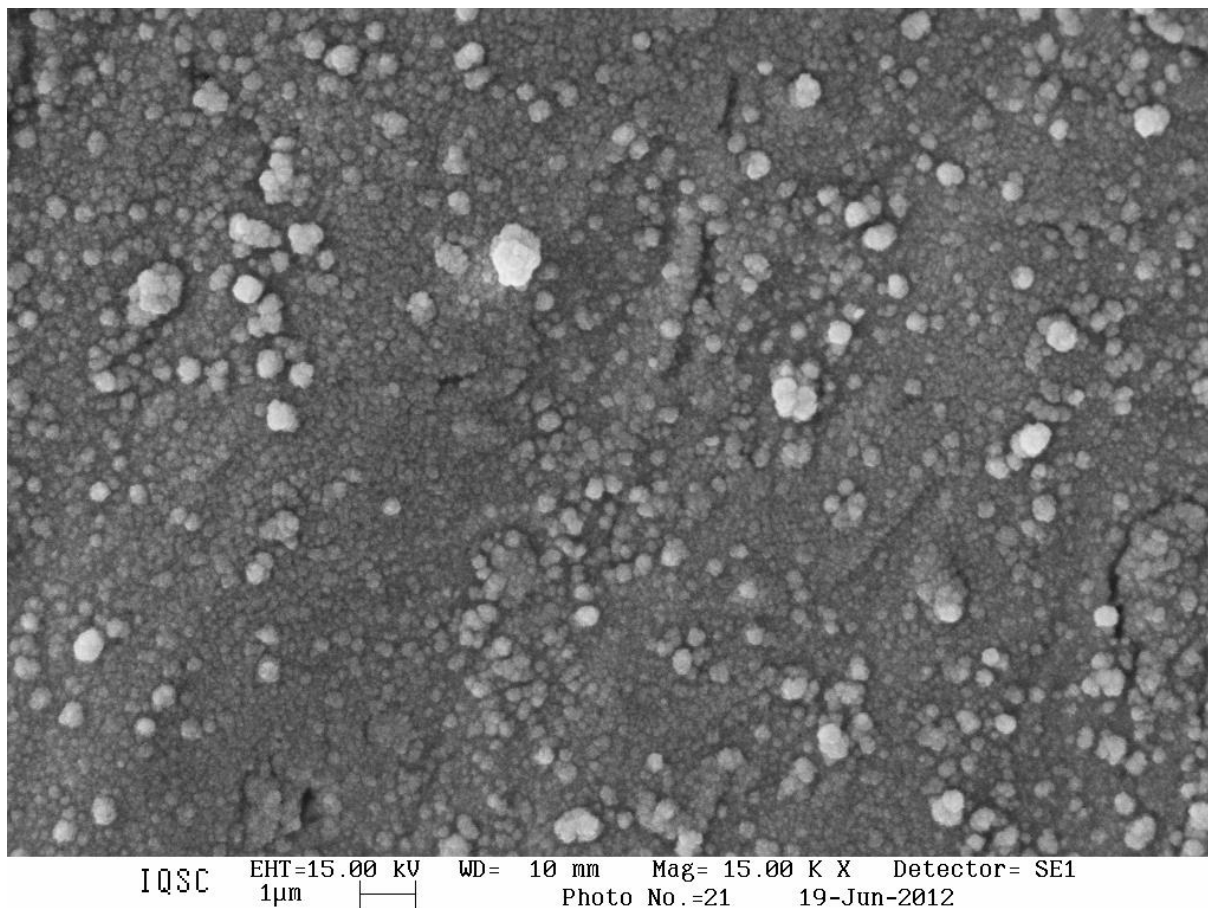
Tabela 1

| Elemento | Tipo Espect. | % em Massa | % de Átomos |
|----------|--------------|------------|-------------|
| C K | ED | 5.8 | 47.33 |
| Rh L | ED | 11.92 | 11.35 |
| Pt M | ED | 82.28 | 41.32 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Total | | 100 | 100 |

Agora a Figura 24 mostra Pt depois da eletrólise.

Figura 24

Micrografia feita com equipamento de EDX.



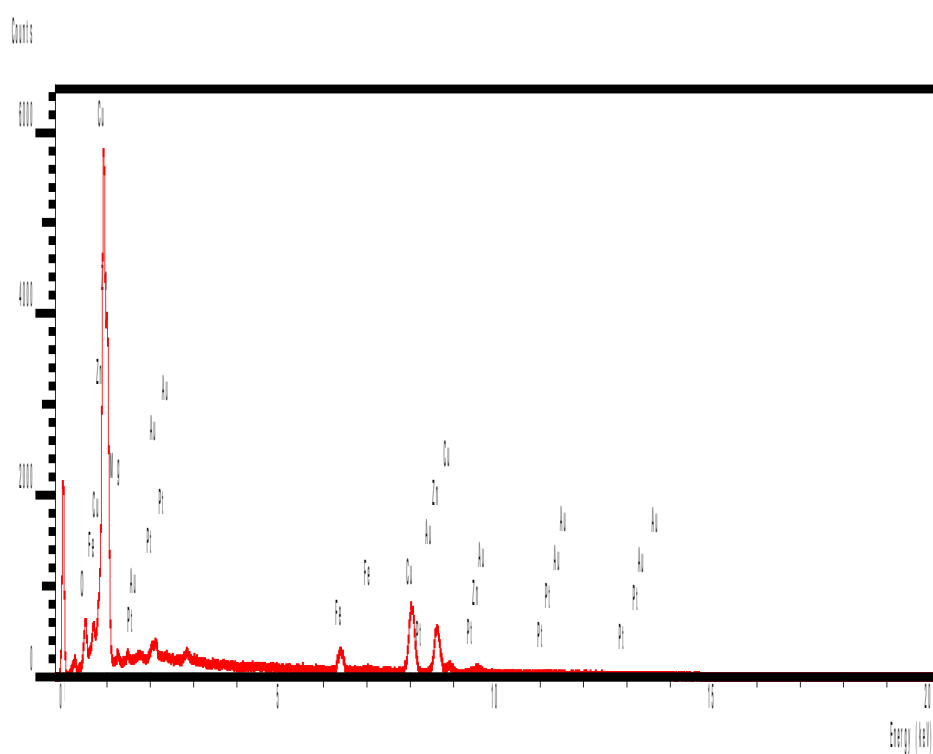
Fonte: Relatório de Marcio de Paula

As Figuras 25, 26 e 27 registram as análises do catodo de Pt após a eletrólise nas condições descritas na seção Experimental. Estas Figuras mostram com clareza quantidade de Au significativa na superfície do eletrodo de Pt após a eletrólise. As impurezas que aparecem nos respectivos EDX acredita-se sejam oriundas do eletrólito suporte. Cabe observar que estas análises são pontuais, portanto, cada glóbulo contido no ponto analisado pode ter composição variável ou ainda maior que o substrato, como mostra a Figura 25 e a Tabela 2.

Nas micrografias obtidas em equipamento de EDX, Figura 24, realizadas na superfície do eletrodo nos aponta a superfície globular. Nota-se que os glóbulos apresentam diferentes tons de cinza, conforme a sua composição elementar. Estes dados também permitem avaliar que há uma grande variedade de composições de átomos diferentes. (Apêndice B).

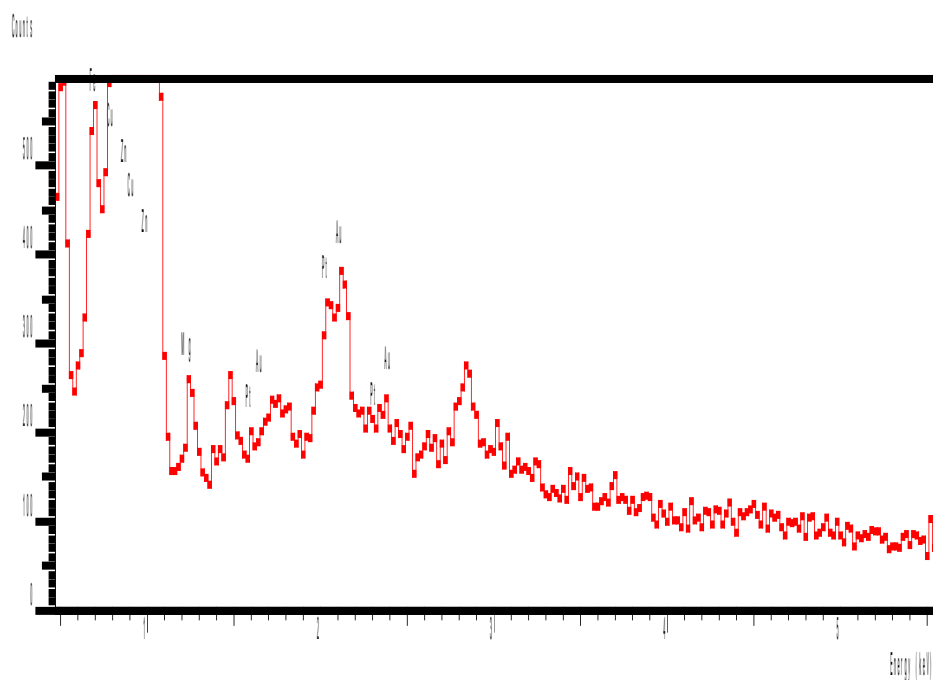
Figura 25

Análise nas partículas brancas (15000 X) da região central do fio.



Fonte: Relatório de Marcio de Paula

Figura 26



Fonte: Relatório de Marcio de Paula

Figura 27

Tabela 2

| Elemento | Tipo Espect. | % em Massa | % de Átomos |
|----------|--------------|------------|-------------|
| O K | ED | 4.88 | 17.14 |
| Mg K | ED | 0.67 | 1.55 |
| Fe K | ED | 4.93 | 4.96 |
| Cu K | ED | 37.85 | 33.49 |
| Zn K | ED | 48.94 | 42.08 |
| Pt M | ED | 1.61 | 0.46 |
| Au M | ED | 1.12 | 0.32 |
| | | | |
| | | | |
| Total | | 100 | 100 |

Os estudos radiográficos usados na célula eletroquímica não apresentaram nenhum resultado significativo. Isso sugere que as radiações emitidas durante o experimento são baixas ou inexistentes. A fim de confirmar a suposição teórica resolveu-se construir um eletrodo de Pt de forma peculiar e medir a emissão diretamente no eletrodo. Após lavado e seco o eletrodo foi colocado em contato com o filme radiográfico, Figura 28.

Os resultados mostram que apesar de tênue a imagem do eletrodo aparece no filme, mostrando uma tênue emissão de radiação, Figura 30. Uma outra observação interessante é que este eletrodo após a eletrólise aparece com uma cor amarelo intenso Figura 28 e que após um tempo longo de aproximadamente 200 dias a cor amarela desaparece, Figura 29.

Figura 28

Lâmina de Platina totalmente amarela após a eletrólise.

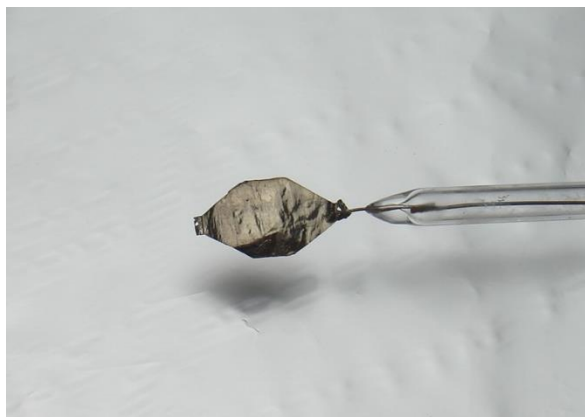


Foto: Autoria própria

Figura 29

Eletrodo depois de mais de ano.



Foto: Autoria própria.

Figura 30

Chapa radiográfica odontológica mostrando na porção central a sombra do eletrodo mostrado à esquerda



. Foto: Autoria própria.

Junto à chapa radiográfica podemos ver a lâmina de Platina mostrando cor sugestiva de Cobre e de Zinco mas o Ouro parece ter desaparecido e realmente 75% dele não está mais lá.

Vamos repetir o final da seção 1.3.

Podemos e devemos ainda fazer mais um esclarecimento com os conhecimentos que já temos. No caso da Platina, se ela receber em seu núcleo um próton ela avançará uma casa na Tabela Periódica e se tornará Ouro.

A Platina (25) possui vários isótopos possíveis.

Mas apenas ^{194}Pt (32,9%), ^{195}Pt (33,8%), ^{196}Pt (25,3%) e ^{198}Pt (7,2%) são estáveis representando 99,2% da Platina natural.

Acontece que apenas o ^{197}Au é estável e representa $\approx 100,0\%$ de todo o Ouro natural.

O ^{195}Au tem meia vida de ≈ 186 dias realizando captura de elétron e voltando à Platina ^{195}Pt , ^{195}Au pode decair de outras formas, mas aí a meia vida seria muito mais curta.

O ^{196}Au também faz captura de elétron na meia vida de 6,18 dias voltando à Platina mas também decaindo de outras formas com meias vidas mais curtas.

O ^{199}Au tem meia vida de 3,14 dias realizando emissão β^- dando ^{199}Pt que também não é estável.

Assim podemos dizer que apenas a ^{196}Pt dá um isótopo estável de Ouro, mas este isótopo representa apenas 25,3% da Platina natural.

Um último experimento, também com lâmina de Platina, mas agora com solução de hidróxido de Potássio onde se fez purificação catódica, mostrou estas estruturas e vemos o resultado nas Figuras 31 e 32 feitas com microscópio ótico com grande aumento.

Figura 31

Metal amarelo encontrado no catodo.

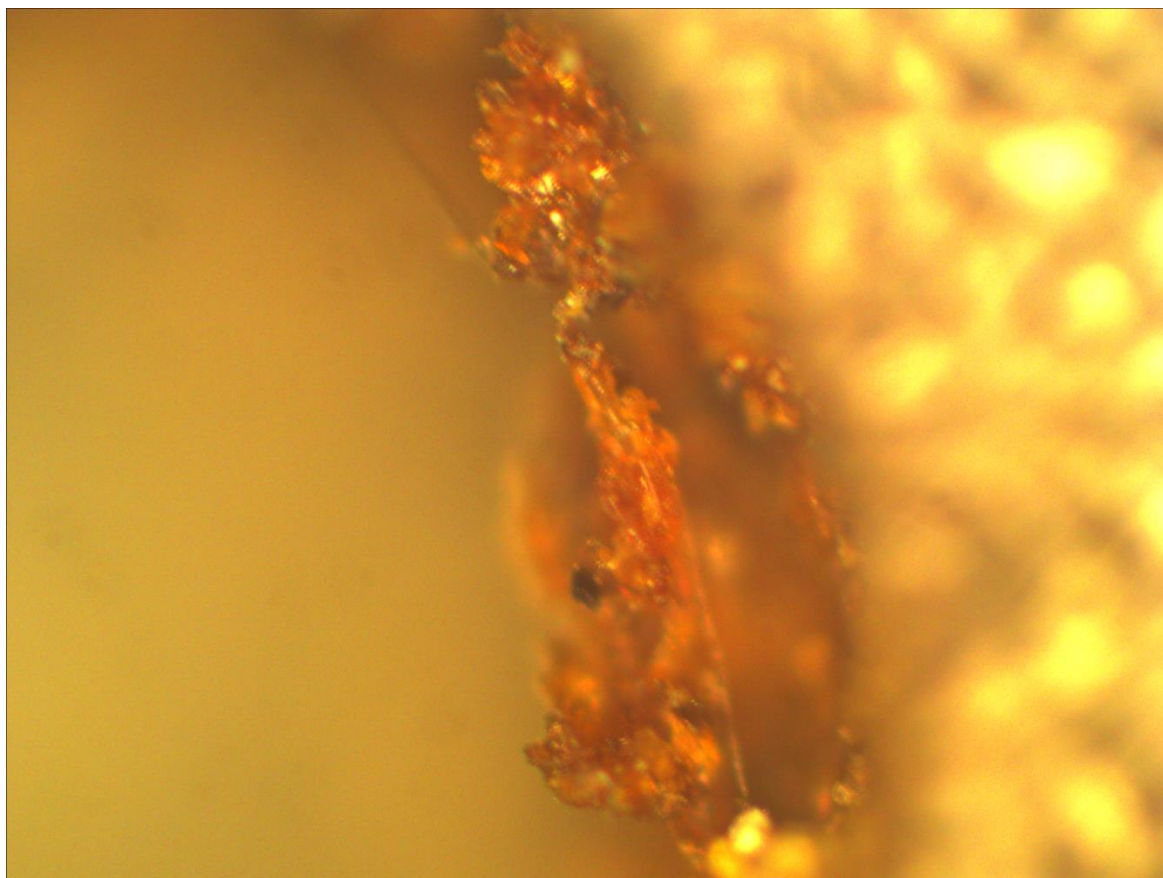


Foto: Autoria própria

Figura 32

Metal amarelo encontrado no catodo.

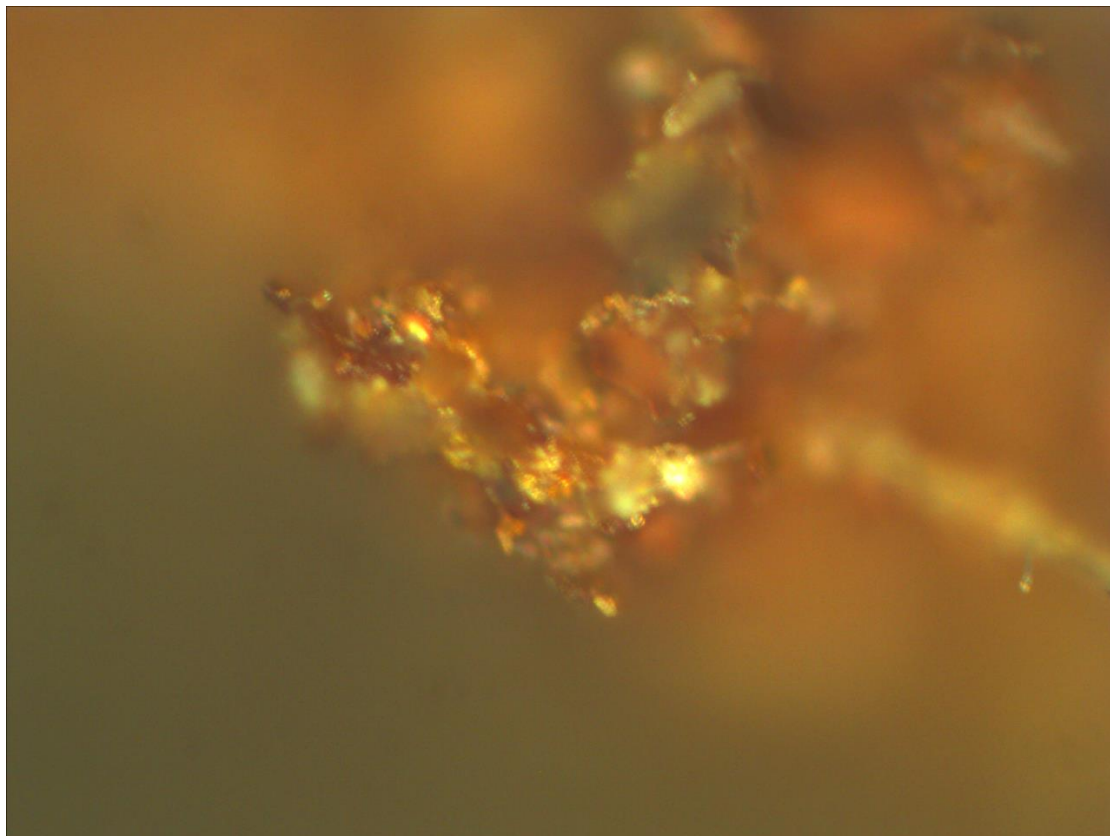


Foto: Autoria própria

Estas duas últimas Figuras bastante sugestivas de Ouro, não puderam ser testadas no EDX. Houve um lapso de tempo de uns dez dias quando se procurou fazer o EDX destas formações e elas já haviam se destacado da lâmina de Platina, de forma que não foi mais possível uma confirmação pelo EDX. Estas micrografias são mostradas por dois motivos. Para mostrar o metal fora da superfície da Pt e para que se possa ver como a formação amarela se parece muito com o Ouro natural, que como já sabemos não é, é Ouro feito pelo homem. Depois de um tempo de um ano e meio elas não teriam mais este belo aspecto de ouro mas o aspecto de uma liga de Ouro e Platina, que certamente é de outra coloração.

O EDX mostrou que embora não houvesse Cu, Zn e Fe visíveis, no entanto havia a presença residual destes elementos, deixando claro que a purificação é ainda mais difícil do que se pensava.

Medidas feitas com detector Geiger-Müller mostram sinais de radioatividade se e somente se, houver corrente de eletrólise, sendo desta forma mais um indicativo de reação nuclear. Por ser um teste apenas qualitativo, é mostrado apenas em vídeo.

5 CONCLUSÕES

Os resultados estão coerentes com aqueles previstos na Física Nuclear, embora possa se obter isótopos de Au não estáveis, oriundos dos diferentes isótopos de Pt, estes átomos decaem com emissão de energia de níveis próximos, como mostrado na chapa radiográfica e sem a formação de resíduo nuclear.

Os dados sugerem Au fora da estrutura metálica do eletrodo de Pt indicando que o Au, possivelmente, esteve na forma de íon, envolvendo as leis da Química e sugerindo também o envolvimento de processos químicos nas próprias reações nucleares.

Podemos, portanto, a partir dos dados obtidos, sugerir que em um catodo de Pt possa ocorrer as seguintes prováveis reações catódicas:



e



Esta equação propõe a possível explicação de uma reação, até então não sugerida na literatura, mas evidenciada neste trabalho com os dados obtidos experimentalmente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BEAUDETTE, G.C. **Excess heat**: why cold fusion research prevailed. 2.ed. South Bristol: Oak Grove Press, 2002. p. 3
- (2) LANGMUIR, I.; HALL, R. N. Pathological science. **Physics Today**, v. 42, n. 10, p. 36, 1989.
- (3) SCHUMACHER, B **Quantum mechanics**. Chantilly: The Great Courses, 2010. 4 DVD
- (4) KOTHA, S. Strategies and tactics in olefin methathesis. **Tetrahedron**, v. 68, n. 2, p. 397-421, 2012.
- (5) PAROLARI, M.C.F.F. **Hiperfísica**: o hiperespaço perto de nós. São Paulo: Scortecci, 2011. p. 211
- (6) WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. **Argumentum ad verecundiam**. 2013. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Argumentum_ad_verecundiam> Acesso em: 15 set. 2013
- (7) WIKIPEDIA: the free encyclopedia. **John Bockris**. 2013. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/John_Bockris> Acesso em: 15 set. 2013
- (8) NEW ENERGY TIMES. **Tritium discovered by Bockris at Texas A&M (Excerpt from Chapter 22)**. 2012. Disponível em: <<http://newenergytimes.com/v2/sr/taubesfabrication/Krivit-Winocur-TritiumDiscovered.shtml>>. Acesso em: 15 set.2013
- (9) STORMS, E. **The science of low energy nuclear reaction**: a comprehensive compilation of evidence and explanation about cold fusion. New Jersey: World Scientific, 2007. p. 7.

- (10) NYTEKNIK. **Swedish physicists on the E-cat: “It’s a nuclear reaction”**. 2011. Disponível em: <http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/energi/article3144827.ece>. Acesso em: 15 set.2013
- (11) LERN-CARN.ORG. **Rossi 18-hour demonstration**. 2011. Disponível em: <<http://lenr-canr.org/wordpress/?p=640>>. Acesso em: 15 set.2013
- (12) NYTEKNIK. **Swedish physicists on the E-cat: “It’s a nuclear reaction”** . 2011. Disponível em: <http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/energi/article3144827.ece>. Acesso em: 15 set.2013
- (13) MIZUNO, T. **Nuclear transmutation: the reality of cold fusion**. Kogakusha: Infinite Energy Press, 1997. p. 29.
- (14) MIZUNO, T. **Nuclear transmutation: the reality of cold fusion**. Kogakusha: Infinite Energy Press, 1997. p. 60.
- (15) MIZUNO, T. **Nuclear transmutation: the reality of cold fusion**. Kogakusha: Infinite Energy Press, 1997. p. 66.
- (16) MIZUNO, T. **Nuclear transmutation: the reality of cold fusion**. Kogakusha: Infinite Energy Press, 1997. p. 84.
- (17) STORMS, E. **The science of low energy nuclear reaction: a comprehensive compilation of evidence and explanation about cold fusion**. New Jersey: World Scientific, 2007. p. 141.
- (18) EINSTEIN, A.; INFELD, L. **The evolution of physics**. New York: Touchstone, 2007. p. 9.
- (19) BRETT, C.M.A.; BRETT, A.M.O. **Electrochemistry: principles, methods and applications**. Oxford: Oxford University, 2005. p. 334
- (20) BRETT, C.M.A.; BRETT, A.M.O. **Electrochemistry: principles, methods and applications**. Oxford: Oxford University, 2005. p. 334
- (21) SEMAT, H. **Física atômica e nuclear**. Madrid: AGUILAR. 1966. p. 164-166

- (22) WIKIPEDIA: the free encyclopedia. **George Gamow**. 2013. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/George_Gamow>. Acesso em: 15 set.2013
- (23) BOTHAMLEY, J. **Dictionary of theories**. Michigan: Gale Research, 2002. p. 224
- (24) BRETT, C.M.A.; BRETT, A.M.O. **Electrochemistry: principles, methods and applications**. Oxford: Oxford University, 2005. p. 45
- (25) LIDE, D.R. **CRC Handbook of chemistry and physics**. Boca Raton: CRC, 2004. p 11-157 a 11-161
- (26) KIM, D.Y.; SCHEICHER, R.H.; PICKARD, C.J.; NEEDS, R.A. Predicted formation of superconducting platinum-hydride crystals under pressure in the presence of molecular hydrogen. **Phys. Rev .Lett.**, v. 107, p. 117002 , 2011
- (27) WIKIPEDIA: the free encyclopedia **Spinon**. 2013. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Spinon>>. Acesso em: 21 set.2013
- (28) MIZUNO, T. **Nuclear transmutation: the reality of cold fusion**. Kogakusha: Infinite Energy Press, 1997. p. 84
- (29) STORMS, E. **The science of low energy nuclear reaction: a comprehensive compilation of evidence and explanation about cold fusion**. New Jersey: World Scientific, 2007. p. 144.
- (30) WIKIPEDIA: the free encyclopedia cold fusion. 2013. Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Cold_fusion >. Acesso em: 20 out.2013
- (31) MIZUNO, T. **Nuclear transmutation: the reality of cold fusion**. Kogakusha: Infinite Energy Press, 1997. p. ix.
- (32) EINSTEIN, A.; INFELD, L. **The evolution of physics**. New York: Touchstone, 2007. p. 87.

(33) EINSTEIN, A.; INFELD, L. **The evolution of physics**. New York: Touchstone, 2007. p. 141.

(34) AYRES, G. H. **Quantitative chemical analysis**. New York: Harper, 1958. p. 159.

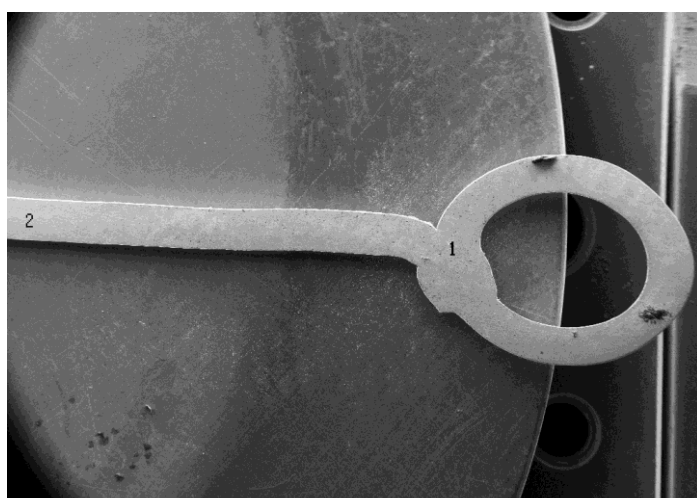
Apêndice A

A seguir o relatório das análises de EDX em lâmina de Pt antes da montagem no eletrodo.

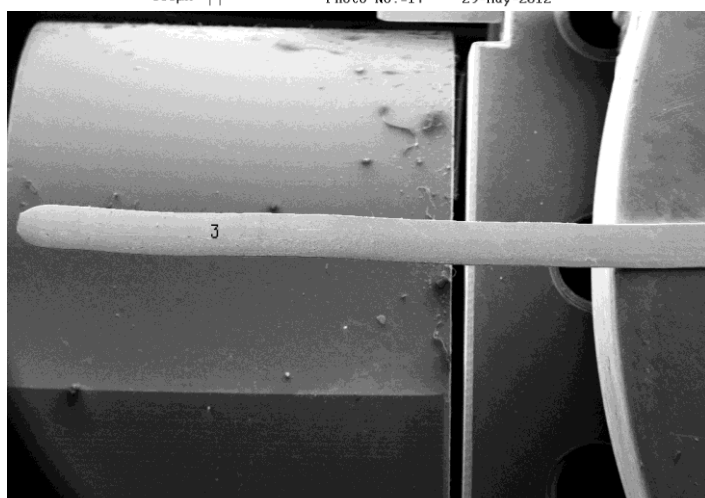
Manoel

Amostra: fio de Platina

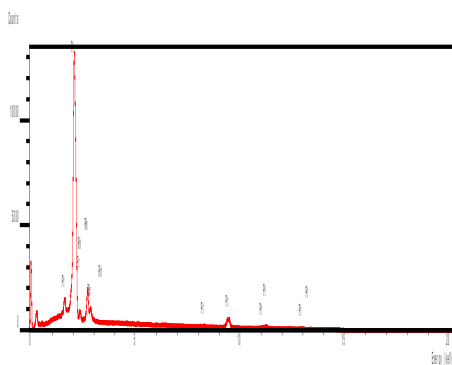
Área de 900x900micra ao redor do ponto 3 na foto2



IQSC EHT=15.00 kV WD= 66 nm Mag= 17 X Detector= SE1
300µm H Photo No.=17 29-May-2012



IQSC EHT=15.00 kV WD= 66 nm Mag= 17 X Detector= SE1
300µm H Photo No.=18 29-May-2012



SEMQuant results. Listed at 4:07:40 PM on 5/29/12

Operator: Marcio de Paula

Client: All ISIS users

Job: Demonstration data SiLi detector

Spectrum label:

System resolution = 63 eV

Quantitative method: ZAF (3 iterations).

Analysed all elements and normalised results.

1 peak possibly omitted: -0.02 keV

Standards :

C K CaCO3 01/12/93

Rh L Rh 01/12/93

Pt M Pt 01/12/93

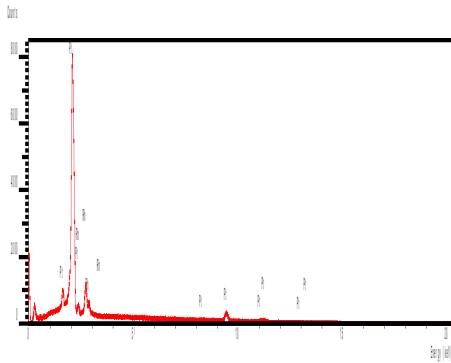
Elmt Spect. Element Atomic

Type % %

| | | | |
|-------|----|--------|--------|
| C K | ED | 5.80 | 47.33 |
| Rh L | ED | 11.92 | 11.35 |
| Pt M | ED | 82.28 | 41.32 |
| Total | | 100.00 | 100.00 |

- = <2 Sigma

Área de 900x900micra ao redor do ponto 2 na foto1



SEMQuant results. Listed at 4:10:17 PM on 5/29/12

Operator: Marcio de Paula

Client: All ISIS users

Job: Demonstration data SiLi detector

Spectrum label:

System resolution = 63 eV

Quantitative method: ZAF (3 iterations).

Analysed all elements and normalised results.

1 peak possibly omitted: -0.02 keV

Standards :

C K CaCO3 01/12/93

Rh L Rh 01/12/93

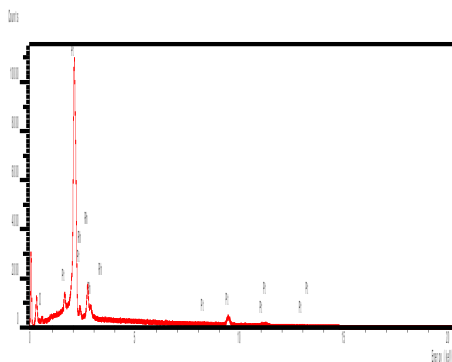
Pt M Pt 01/12/93

Elmt Spect. Element Atomic

| | Type | % | % |
|-------|------|--------|--------|
| C K | ED | 6.25 | 49.21 |
| Rh L | ED | 12.34 | 11.34 |
| Pt M | ED | 81.40 | 39.45 |
| Total | | 100.00 | 100.00 |

- = <2 Sigma

Área de 900x900micra ao redor do ponto 1 na foto1



SEMQuant results. Listed at 4:13:09 PM on 5/29/12

Operator: Marcio de Paula

Client: All ISIS users

Job: Demonstration data SiLi detector

Spectrum label:

System resolution = 63 eV

Quantitative method: ZAF (3 iterations).

Analysed all elements and normalised results.

1 peak possibly omitted: -0.02 keV

Standards :

C K CaCO₃ 01/12/93

O K Quartz 01/12/93

Rh L Rh 01/12/93

Pt M Pt 01/12/93

Elmt Spect. Element Atomic

| | Type | % | % |
|-------|------|--------|--------|
| C K | ED | 9.62 | 57.15 |
| O K | ED | 1.43 | 6.37 |
| Rh L | ED | 12.02 | 8.34 |
| Pt M | ED | 76.93 | 28.14 |
| Total | | 100.00 | 100.00 |

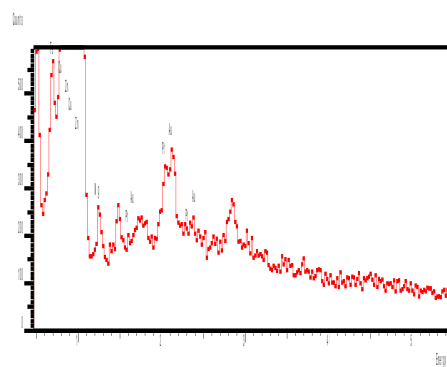
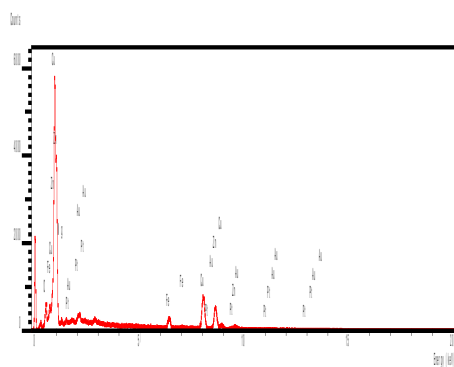
Apêndice B

A seguir o relatório das análises de EDX no eletrodo lâmina de Pt após a eletrólise.

Emanuel –Prof. Gilberto chierice

Fio de platina

Análise nas partículas brancas da foto 1 (15.000x) – região central do fio



SEMQuant results. Listed at 3:58:22 PM on 6/19/12

Operator: Marcio de Paula

Client: All ISIS users

Job: Demonstration data SiLi detector

Spectrum label:

System resolution = 63 eV

Quantitative method: ZAF (2 iterations).

Analysed all elements and normalised results.

1 peak possibly omitted: -0.02 keV

Standards :

O K Quartz 01/12/93

Mg K MgO 01/12/93

Fe K Fe 01/12/93

Cu K Cu 01/12/93

Zn K Zn 01/12/93

Pt M Pt 01/12/93

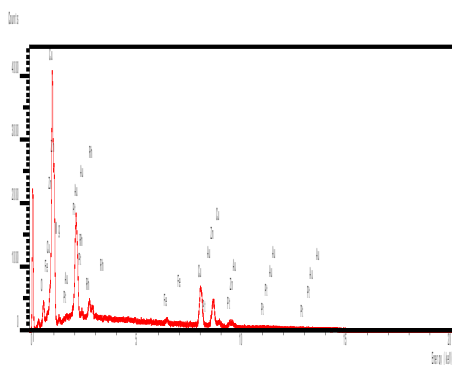
Au M Au 01/12/93

Elmt Spect. Element Atomic

| | Type | % | % |
|-------|------|--------|--------|
| O K | ED | 4.88 | 17.14 |
| Mg K | ED | 0.67 | 1.55 |
| Fe K | ED | 4.93 | 4.96 |
| Cu K | ED | 37.85 | 33.49 |
| Zn K | ED | 48.94 | 42.08 |
| Pt M | ED | 1.61 | 0.46 |
| Au M | ED | 1.12 | 0.32 |
| Total | | 100.00 | 100.00 |

- = <2 Sigma

Análise em toda da foto 1 (15.000x) – região central do fio



SEMQuant results. Listed at 4:05:58 PM on 6/19/12

Operator: Marcio de Paula

Client: All ISIS users

Job: Demonstration data SiLi detector

Spectrum label:

System resolution = 63 eV

Quantitative method: ZAF (2 iterations).

Analysed all elements and normalised results.

1 peak possibly omitted: -0.02 keV

Standards :

O K Quartz 01/12/93

Mg K MgO 01/12/93

Fe K Fe 01/12/93

Cu K Cu 01/12/93

Zn K Zn 01/12/93

Rh L Rh 01/12/93

Pt M Pt 01/12/93

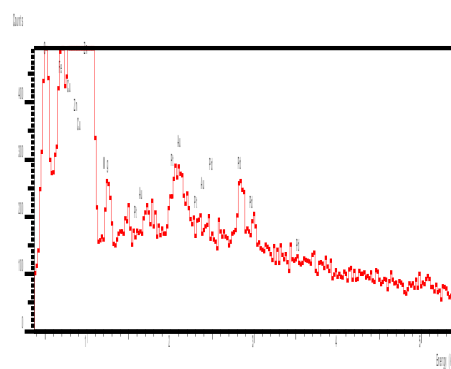
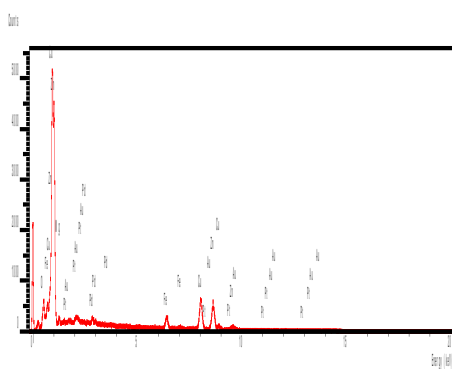
Au M Au 01/12/93

Elmt Spect. Element Atomic

| | Type | % | % |
|-------|------|--------|--------|
| O K | ED | 3.68 | 15.79 |
| Mg K | ED | 0.49 | 1.39 |
| Fe K | ED | 1.55 | 1.91 |
| Cu K | ED | 33.44 | 36.13 |
| Zn K | ED | 31.93 | 33.52 |
| Rh L | ED | 3.47 | 2.32 |
| Pt M | ED | 25.39 | 8.93 |
| Au M | ED | 0.04* | 0.01* |
| Total | | 100.00 | 100.00 |

- = <2 Sigma

Análise nas partículas brancas da foto 2 (15.000x) – extremidades do fio



SEMQuant results. Listed at 4:18:25 PM on 6/19/12

Operator: Marcio de Paula

Client: All ISIS users

Job: Demonstration data SiLi detector

Spectrum label:

System resolution = 63 eV

Quantitative method: ZAF (2 iterations).

Analysed all elements and normalised results.

2 peaks possibly omitted: -0.02, 0.22 keV

Standards :

O K Quartz 01/12/93

Mg K MgO 01/12/93

Fe K Fe 01/12/93

Cu K Cu 01/12/93

Zn K Zn 01/12/93

Pd L Pd 01/12/93

Pt M Pt 01/12/93

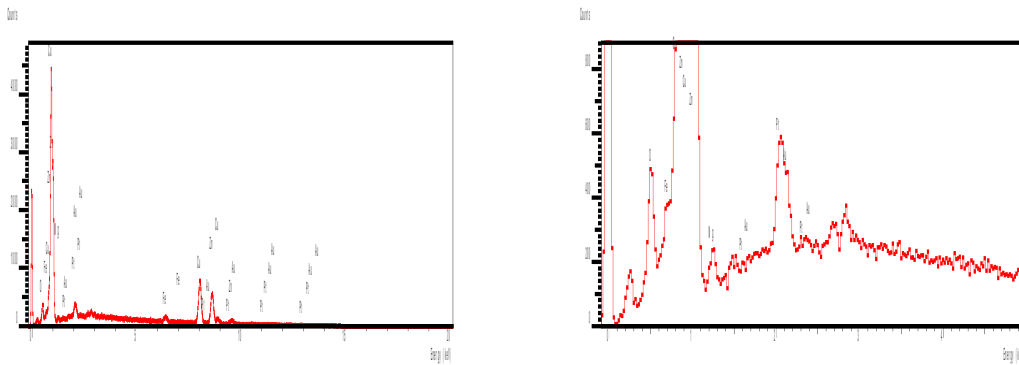
Au M Au 01/12/93

Elmt Spect. Element Atomic

| | Type | % | % |
|-------|------|--------|--------|
| O K | ED | 5.03 | 17.68 |
| Mg K | ED | 0.68 | 1.57 |
| Fe K | ED | 5.57 | 5.61 |
| Cu K | ED | 37.75 | 33.42 |
| Zn K | ED | 46.44 | 39.96 |
| Pd L | ED | 1.92 | 1.01 |
| Pt M | ED | 1.91 | 0.55 |
| Au M | ED | 0.71 | 0.20 |
| Total | | 100.00 | 100.00 |

* = <2 Sigma

Análise em toda da foto 2 (15.000x) – extremidades do fio



SEMQuant results. Listed at 4:15:46 PM on 6/19/12

Operator: Marcio de Paula

Client: All ISIS users

Job: Demonstration data SiLi detector

Spectrum label:

System resolution = 63 eV

Quantitative method: ZAF (2 iterations).

Analysed all elements and normalised results.

1 peak possibly omitted: -0.02 keV

Standards :

O K Quartz 01/12/93

Mg K MgO 01/12/93

Fe K Fe 01/12/93

Cu K Cu 01/12/93

Zn K Zn 01/12/93

Pt M Pt 01/12/93

Au M Au 01/12/93

Elmt Spect. Element Atomic

| | Type | % | % |
|-------|------|--------|--------|
| O K | ED | 2.43 | 9.29 |
| Mg K | ED | 0.46 | 1.16 |
| Fe K | ED | 1.87 | 2.05 |
| Cu K | ED | 43.42 | 41.77 |
| Zn K | ED | 47.44 | 44.36 |
| Pt M | ED | 4.27 | 1.34 |
| Au M | ED | 0.10* | 0.03* |
| Total | | 100.00 | 100.00 |

* = <2 Sigma

Apêndice C

Bibliografia

ALEXEYEV, V. N. **Qualitative chemical semimicroanalysis**. Moscow: Mir, 1980. 583 p.

ALEXEYEV, V. **Qualitative analysis**. Moscow: Mir, 1967. 563 p.

ALEXEYEV, V. **Quantitative analysis**. Moscow: Mir, 1967. 524 p.

ANTROPOV, L. **Électrochimie théorique**. Moscow: Mir, 1975. 645 p.

ANTROPOV, L.I. **Theoretical electrochemistry**. Moscow: Mir, 1972. 568 p.

AYRES, G. H. **Quantitative chemical analysis**. New York: Harper, 1958. 726 p.

BARD, A. J.; FAULKNER, L. R. **Electrochemical methods: fundamentals and applications**. New York: John Wiley, 2001. 833 p.

BEAMISH, F.E.; VAN LOON, J. C. **Analysis of noble metals: overview and selected methods**. Boca Raton: Academic Press, 1977. 326 p.

BEAUDETTE, G.C. **Excess heat: why cold fusion research prevailed**. South Bristol: Oak Grove Press, 2002. 410 p.

BOCKIS, J. O'M; REDDY A.K.N. **Modern electrochemistry**. New York: Plenum Press, 1998-2000. 3 v.

BOHM, D. **Quantum theory**. New York: Dover, 1989. 646 p.

BOTHAMLEY, J. **Dictionary of theories**. Michigan: Gale Research, 2002. 432 p.

BRETT, C.M.A.; BRETT, A.M.O. **Electrochemistry: principles, methods and applications**. Oxford: Oxford University, 2005. 427 p.

CHARLOT, G. **Colorimetric determination of elements: principles and methods**. Amsterdam: Elsevier, 1964. 449 p.

CHARLOT, G. **Qualitative inorganic analysis**. New York: John Wiley, 2007. 354 p.

CHARLOT, G.; BADOZ-LAMBLING, J.; TRÉMILLON, B. **Electrochemical reactions: the electrochemical methods of analysis**. Amsterdam: Elsevier, 1962. 376 p.

CHISTIAN, G.D, **Analytical chemistry**. New York: John Wiley, 1994. 812 p.

CLASSEN, A. **Tratado de análisis químico: cualitativo y cuantitativo**. Barcelona: Gustavo Gili, 1922. 801 p.

COMPTON, R.G.; SANDERS G.H.W. **Electrode potentials**. Oxford: Oxford University, 2009. 93 p.

DAMASKIN, B.; PETRI, O. **Fundamentos da electroquímica teórica**. Moscow: Mir, 1985. 329 p.

DELAHAY, P. **New instrumental methods in electrochemistry**: theory, instrumentation, and applications to analytical and physical chemistry. New York: Robert e Krieger, 1980. 437 p.

DELAHAY, P. **Double layer and electrode kinetics**. New York: Interscience, 1965. 322 p.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **The evolution of physics**. New York: Touchstone, 2007. 302 p.

FISHER, A.C. **Electrode dynamics**. Oxford: Oxford University, 1996. 84 p.

FUKAI, Y. **The metal-hydrogen system**: basic bulk properties. New York: Springer, 2012. 496 p.

GALUS, Z. **Fundamentals of electrochemical analysis**. Warsaw: Polish Scientific Publishers, 1994. 606 p.

GUINIER, A. **X-Ray diffraction in crystals, imperfect crystal, and amorphous bodies**. New York: Dover, 1994. 378 p.

HAMPTON, M. D.; SCHUR, D.V.; ZAGINAICHENKO, S.YU. ; TREFILOV, V. I.

Hydrogen materials science and chemistry of metal hydrides. Dordrecht: Kluwer Academic, 2012. 483 p.

HARRIS, D. C. **Análise química quantitativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 862 p.

HARVEY, D. **Modern analytical chemistry**. New York: McGraw Hill, 2000. 798 p.

HOLDER, G. D.; BISHNOI, P. R. **Gas hydrates: challenges for the future** v. 912. In: ANNALS OF NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES. New York: New York Academy of Sciences, 2000. 1044 p.

KOLTHOFF, I.M.; SANDELL, E.B.; MEEHAN, E.J.; BRUCKENSTEIN, S. **Quantitative chemical analysis**. New York: MacMillan, 1969. 1199 p.

KRIVIT, S.B.; WINNOCUR, N. **The rebirth of cold fusion: real science, real hope, real energy**. Los Angeles: Pacific Oak Press, 2004. 297 p.

KUBASOV, V.; ZARETSKY, S. **Introduction to electro-chemistry**. Moscow: Mir, 1987. 176 p.

LENR-CANR.ORG. **A library of paper about cold fusion**. Disponível em :< www.lern-canr.org >. Acesso em: 03.abr.2013

LIDE, D.R. **CRC Handbook of chemistry and physics**. Boca Raton: CRC, 2004. 1 v.

MARWAN, J. ; KRIVIT, S.B. **Low-energy nuclear reactions sourcebook**. Washington: American Chemical Society, 2008. 406 p. (ACS Symposium Series, 998).

MIZUNO, T. **Nuclear transmutation: the reality of cold fusion**. Kogakusha: Infinite Energy Press, 1997. 151 p.

OHWEILER, O. A. **Química analítica quantitativa**. Rio de Janeiro: LTC, 1974. 3 v.

PAROLARI, M.C.F.F. **Hiperfísica: o hiperespaço perto de nós**. São Paulo: Scortecci, 2011. 285 p.

PAROLARI, M.C.F.F. **Hypergeometry: introduction to hyperspace geometry**. Washington: Lulu, 2008. 59 p.

PLIETH, W. **Electrochemistry for materials science**. Amsterdam: Elsevier, 2008. 410 p.

POST, J.; NEWMANN, B. **Traite complet d'analyse chimique**. Paris: Librairie Scientifique A. Hermann, 1911. 1348 p.

PUDDEPHATT, R. J. **The chemistry of gold**. Amsterdam: Elsevier, 1978. 274 p.

ROCK, P.A. **Special topics in electrochemistry**. Amsterdam: Elsevier, 1977. 224 p.

SAVITSKY, E.; POLYAKOVA, V.; GORINA, N.; ROSHAN, N. **Physical metallurgy of platinum metals**. Moscow: Mir, 1978. 395 p.

SEMAT, H. **Física atômica e nuclear**. Madrid: Aguilar, 1966. 649 p.

SKOOG, D. A. ; HOLLER, F. J. ; NIEMAN, T. A. **Principios de análisis instrumental**. Madrid: McGraw Hill/ Interamericana, 1992. 1024p.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J. **Fundamentals of analytical chemistry**. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1992. 892 p.

STORMS, E. **The science of low energy nuclear reaction**: a comprehensive compilation of evidence and explanation about cold fusion. New Jersey: World Scientific, 2007. 311 p.

STYER, D.F. **The strange world of quantum mechanics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 154 p.

TICIANELLI, E. A.; GONZALEZ, E. R. **Eletroquímica**: princípios e aplicação. São Paulo: Edusp, 1998. 225 p.

TREADWELL, W. D. **Tratado de química analítica**: analisis cualitativo. Barcelona: Manuel Marín, 1956. 641 p.

TREADWELL, W. D. **Tratado de química analítica**: analisis cuantitativo. Barcelona: Manuel Marín, 1956. 776 p.

VAITSMAN, D. S.; BITTENCOURT, O. A.; PINTO, A. A. **Análise química qualitativa**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1981. 305 p.

VILLAVECCHIA, V. **Química analítica aplicada**. Barcelona: Gustavo Gili, 1949. v1 776 p. v2 1012 p.

VOGEL, A. **Química analítica qualitativa**. São Paulo: Mestre Jou, 1981. 665 p.

WANG, J. **Analytical electrochemistry**. New York: Wiley-VCH, 2006. 250 p.

WARREN, B. E. **X-Ray diffraction**. New York: Dover, 1990. 381 p.

WIKIPEDIA. **A encyclopedia livre**. Disponível em:< www.wikipedia.org >. Acesso em: 03.abr.2013

WILLARD, H.; MERRITT JR, L.; DEAN, J. **Análise instrumental**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1974. 984 p.