

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

ALEXSANDRO DOS SANTOS

**A EVOLUÇÃO DAS BATERIAS AUTOMOTIVAS
CHUMBO-ÁCIDO E SUA RELAÇÃO COM O MEIO
AMBIENTE E SAÚDE HUMANA**

BAURU

2014

ALEXSANDRO DOS SANTOS

**A EVOLUÇÃO DAS BATERIAS AUTOMOTIVAS
CHUMBO-ÁCIDO E SUA RELAÇÃO COM O MEIO
AMBIENTE E SAÚDE HUMANA**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado ao Centro de Exatas como
parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Química, sob
orientação da Profa. Dra Beatriz
Antoniassi Tavares.

BAURU
2014

Santos, Alexsandro dos.

S2373e

A evolução das baterias automotivas chumbo-ácido e sua relação com o meio ambiente e saúde humana / Alexsandro dos Santos. -- 2014.

43f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Beatriz Antoniassi Tavares.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.

1. Acumuladores chumbo-ácido. 2. Saúde humana. Contaminação ambiental. I. Tavares, Beatriz Antoniassi. II. Título.

ALEXSANDRO DOS SANTOS

**A EVOLUÇÃO DAS BATERIAS AUTOMOTIVAS CHUMBO-ÁCIDO E
SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE E SAÚDE HUMANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação da Profa. Dra. Beatriz Antoniassi Tavares.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Beatriz Antoniassi Tavares
Universidade do Sagrado Coração

Prof.Dr. Aroldo Geraldo Magdalena
Universidade do Sagrado Coração

Profa. Me. Bárbara de Oliveria Tessarolli
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 05 de Dezembro de 2014.

Dedico este trabalho a minha esposa Silvia, ao meu filho Eduardo e aos meus pais, que sempre me apoiaram em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu saúde e força para concluir mais uma etapa da minha vida, com muito esforço e dedicação.

A minha esposa que sempre me apoiou nos estudos e nas horas difíceis.

Agradeço a todos que estiveram presentes em minha trajetória acadêmica, que contribuíram com sua força, conselhos, ajudas e colaborações. Jamais os esquecerei e sentirei bastante saudade.

Aos professores, que sempre estiveram presentes, auxiliando nas dúvidas, propondo metodologias, pela ajuda na indicação de material bibliográfico, etc.

A professora Beatriz por aceitar orientar este TCC.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo teórico dos avanços tecnológicos durante a história de pilhas e acumuladores de chumbo ácido. São apresentados os principais modelos de pilha e acumuladores, seus princípios de funcionamento e características e suas aplicações. Serão abordados também os impactos negativos que o acumulador de chumbo traz para o meio ambiente e a saúde humana diretamente e indiretamente. Foi dado um enfoque para um meio de minimizar os impactos que o chumbo traz para o organismo dos trabalhadores que estão em contato diretamente com este produto através de uma medida simples que é o uso de isotônico e higiene pessoal e também o caso de uma empresa que contaminou o meio ambiente e pessoas em torno de sua área.

Palavras-chave: Acumuladores chumbo-ácido. Saúde Humana. Contaminação Ambiental.

Abstract

This work presents a theoretical study of the technological advances in the history of batteries and lead acid batteries. The main cell models and accumulators are presented, its operating principles and characteristics and their applications. Also will deal with the negative impacts that lead accumulator bring to the environment and human health directly and indirectly. Was given a focus for a way to minimize the impacts that lead brings the body of workers who work directly with this product through a simple measure that and the use of isotonic and toiletries and also a case of a company that contaminated the environment and people around your area.

Keywords: Lead-acid accumulators. Human health. Environmental contamination.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Pilha construída por Volta.....	13
Figura 2 -	Pilha de Daniell.....	14
Figura 3 -	Modelo de bateria de Planté.....	16
Figura 4 -	Modelo da bateria níquel hidreto metálico.....	20
Figura 5 -	Modelo de bateria lítio-polímero.....	21
Figura 6 -	Modelo de bateria Na-NiCl ₂	22
Figura 7 -	Galena.....	22
Figura 8-	Montanhas de rejeito de chumbo.....	25
Figura 09 -	Fluxograma da manufatura de uma bateria chumbo-ácido.....	26
Figura 10 -	Reação do chumbo no organismo.....	28

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	09
2.	OBJETIVOS.....	11
2.1	OBJETIVOS GERAIS.....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3.	METODOLOGIA.....	12
4.	DESENVOLVIMENTO.....	13
4.1	AVANÇO TECNOLÓGICO DAS BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO.....	13
4.1.1	BATERIAS COMUNS.....	18
4.1.2	BATERIAS SELADAS.....	18
4.1.3	OUTROS TIPOS DE BATERIAS AUTOMOTIVAS.....	19
4.2	PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO.....	22
4.3	O CHUMBO E A SAÚDE HUMANA.....	27
4.3.1	TOXICOLOGIA.....	28
4.3.2.	CONTROLE E TRATAMENTO.....	30
4.3.2.1	HIDRATAÇÃO.....	30
4.3.2.2	USO DE BIOMARCADOR.....	31
4.3.2.3	AÇÕES MÉDICAS QUE FAZEM A DIFERENÇA.....	32
4.4	RECICLAGEM E MEIO AMBIENTE.....	34
4.4.1	OS EFEITOS DO CHUMBO EM DIFERENTES AMBIENTES.....	36
5.	CONCLUSÃO.....	40
6	REFERENCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Evidências apontam para o surgimento das chamadas “pilhas” pelo menos cinco séculos a.C. Todavia um salto na história e direto para o século XIX quando Gaston Planté, físico francês, inventou a primeira bateria recarregável a ser comercializada, a bateria chumbo-ácido, em 1859. Este seu primeiro modelo de acumulador, chamado de Planté, era constituído basicamente por duas lâminas de chumbo, separadas por tiras de borracha e enroladas como um cilindro que se emergia numa solução aquosa a 10% de ácido sulfúrico. Este modelo foi sendo sucessivamente melhorado ao longo do tempo, tanto com relação aos materiais que compõem a bateria, como aos processos de fabricação (ROCHA, 2004).

Devido ao avanço tecnológico, uma bateria que antes era utilizada apenas para dar partida em automóveis, ascender faróis, buzinas, entre outros, hoje se exige cada vez mais desse item fundamental e indispensável nos automóveis que vem muito mais equipado. Porém, também há outras baterias que não são especificamente para automóveis, baterias que alimentam celulares, iluminação de emergências, alarmes residenciais dentre tantas outras.

Atualmente, a bateria automotiva ou bateria chumbo-ácido é formada essencialmente por chumbo, ácido sulfúrico e materiais plásticos. O chumbo está presente na forma de chumbo metálico, liga de chumbo e sulfato de chumbo; o ácido se encontra na forma de solução aquosa com concentrações variáveis entre 27% a 37% em volume e nos materiais plásticos predominam os polipropilenos (SANSON, 2011).

Durante a etapa de manufaturação de uma bateria chumbo-ácido existe a possibilidade de vazamento de chumbo, e conseqüentemente a contaminação do meio ambiente, do local de trabalho e dos próprios trabalhadores, pelo mesmo. Estas contaminações ocorrem dentro de uma indústria de bateria chumbo-ácido nas seguintes etapas: nas etapas iniciais e de reações químicas, ele escapa na forma de gás e micropartículas, dispersando-se na atmosfera; e nas etapas de limpeza, ele vaza na forma de líquido, inicialmente contaminando os humanos e o local de trabalho e por fim os efluentes, o solo e os seres vivos ao redor.

A contaminação por chumbo, quando em níveis elevados, pode causar uma doença chamada Saturnismo (Intoxicação aguda ou crônica por chumbo)

principalmente, por ser um metal pesado e de grande toxicidade. Em humanos, a acumulação de chumbo no organismo pode afetar severamente as funções cerebrais, sangue, rins, sistema digestivo e reprodutor, inclusive com possibilidade de produzir mutações genéticas em descendentes. Os sintomas clássicos são náuseas, vômitos, cólica, anemia, linha gengival azul, irritabilidade, tremor muscular, alucinações, perda da capacidade de concentração. É de se observar que o maior número de casos de intoxicação saturnina ocorre entre os trabalhadores da indústria extrativa e de fábricas de baterias elétricas, as quais se têm mais contato com o próprio elemento.

Estima-se que 99,3% do chumbo comercializado no Brasil é destinado a produção de baterias automotivas, no entanto, não há no país jazidas de chumbo suficientes para a demanda necessária, aumentando assim, as exportações desse metal. Esse fato leva também o Brasil a reciclar 98% das baterias fabricadas, tornando o país um dos maiores recicladores desse produto reduzindo assim a dependência comercial do chumbo importado. Desta forma, durante vários anos, a bateria foi passando por diversas melhorias tanto nos processos de fabricação quanto nos de reciclagem das mesmas (SANHUEZA, 2007).

Desta forma, as indústrias que possuem chumbo em sua linha de produção, como as de baterias, devem prevenir as contaminações, pois estas, além de ocorrerem naturalmente durante todo o processo, também têm como razões a falta de cuidado no manejo e higienização do chumbo, o descarte incorreto e a reciclagem das baterias. Porém, os consumidores finais também podem auxiliar em evitar a contaminação, descartando as baterias corretamente.

Diante do exposto esse trabalho irá descrever como foi o avanço do processo de fabricação das baterias chumbo-ácido, a relação das baterias com o meio ambiente e a saúde humana de quem trabalha diretamente ou indiretamente com esse produto.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Apresentar os avanços tecnológicos na fabricação de baterias automotivas chumbo-ácido e demonstrar a importância do correto manuseio e reciclagem, visando à saúde humana e o ambiente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o avanço tecnológico da bateria automotiva ao longo do tempo;
- Apresentar o processo de produção da bateria chumbo-ácido;
- Explicar os riscos, para a saúde humana, do manuseio da bateria chumbo-ácido;
- Apresentar alternativas para amenizar a contaminação do chumbo no corpo humano;
- Demonstrar a importância da reciclagem das baterias automotivas na redução de impactos ambientais.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi formulado pela pesquisa bibliográfica, buscando a localização e consulta de fontes diversas de informação escrita visando a coleta de dados a respeito do tema proposto.

A pesquisa implicou no levantamento de dados de variadas fontes. Esse material-fonte foi útil não só por trazer conhecimentos que servem de background ao campo de interesse, como também para evitar possíveis duplicações e/ou esforços desnecessários (LAKATOS e MARCONI, 1985).

Lakatos e Marconi (1985) afirmam que documentos são, de modo geral, todos os materiais escritos que podem servir como fonte de informação para a pesquisa científica e que ainda não formalmente elaborados. Nesta pesquisa foram usados os arquivos particulares, que pertencem a instituições de ordem privada ou a domicílios particulares como, por exemplo, indústrias.

O levantamento da bibliografia já publicada e que tinha relação com o tema em estudo, teve como finalidade colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre o assunto (LAKATOS e MARCONI, 1985).

A bibliografia pertinente ofereceu meios para definir, resolver, não somente problema mais conhecido como também explorou novas áreas, onde os problemas ainda não se cristalizaram suficientemente (MANZO, 1971).

A habilidade para identificar, localizar e aproveitar a documentação, em determinado campo da pesquisa científica, colaborou para a economia de tempo e esforço (LAKATOS e MARCONI, 1985).

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 AVANÇO TECNOLÓGICO DAS BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

Em 1800, Alessandro Volta criou a primeira pilha elétrica que passou a ser chamada de pilha de Volta, pilha Galvânica, pilha voltáica e, ainda, “rosário”. Um esquema dessa pilha é mostrado na Figura 1. Essa pilha era composta de um disco de cobre por cima de um disco de feltro embebido em uma solução de ácido sulfúrico e, por último, um disco de zinco; e assim sucessivamente, empilhando essas séries até formar uma grande coluna. O cobre, o feltro e o zinco tinham um furo no meio e eram enfiados numa haste horizontal, sendo assim conectados por um fio condutor (MARTINS, 1999).

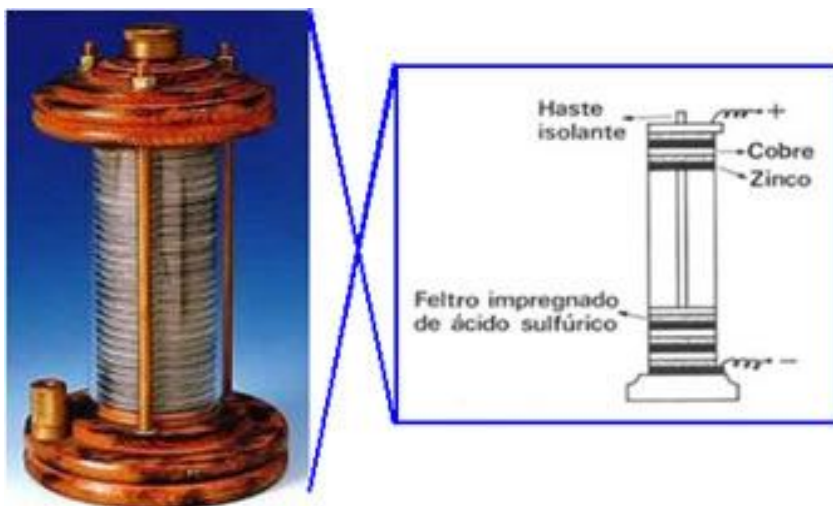


Figura 1: Pilha construída por Volta.

Fonte: MARTINS, 1999

Esse experimento causou reviravoltas no mundo científico e a partir desse momento todos os aparelhos que produziam eletricidade a partir de processos químicos passaram a ser chamados de pilhas voltaicas, células galvânicas (em homenagem a Galvani) ou, simplesmente, pilhas. Volta fez esse mesmo experimento com metais e soluções eletrolíticas diferentes, como discos de prata e zinco separados por discos de flanela embebidos em salmoura (MARTINS, 1999).

A pilha de Volta serviu para trilhar caminhos para o surgimento das baterias, pois era capaz de gerar uma corrente elétrica contínua e perdia pouca carga quando

não utilizada. No entanto, não produzia tensão suficiente para gerar fagulhas e durava uma hora no máximo e, além disso, produzia bolhas de hidrogênio que aumentava a resistência interna da bateria diminuindo sua eficiência.

Em 1836, o químico e meteorologista inglês John Frederic Daniell (1790-1845) construiu uma pilha diferente da pilha de Alessandro Volta. Nesta pilha ele interligou dois eletrodos, que eram sistemas constituídos por um metal imerso em uma solução aquosa de um sal formado pelos cátions desse metal. Um dos eletrodos, o eletrodo de cobre, era constituído de uma placa de cobre mergulhada em uma solução de sulfato de cobre (CuSO_4). O outro eletrodo era o de zinco, constituído de uma placa de zinco mergulhada em uma solução de sulfato de zinco (ZnSO_4). Esses dois eletrodos foram interligados por um circuito elétrico que continha uma lâmpada, que se acendesse, indicaria o surgimento de uma corrente elétrica. Além disso, havia uma ponte salina entre elas, que era constituída de um tubo de vidro em U contendo uma solução aquosa concentrada de um sal bastante solúvel, como o Nitrato de potássio (KNO_3), por exemplo. As extremidades do tubo eram revestidas com um algodão ou com ágar-ágar. (ROCHA, 2004.) A Figura 2 apresenta um esquema da pilha de Daniell.

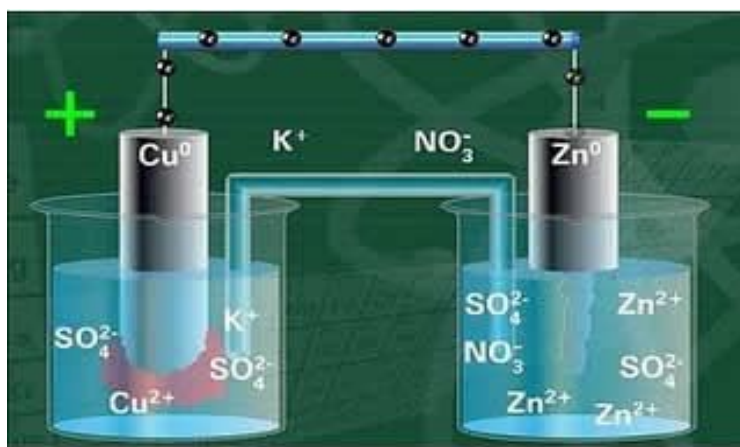


Figura 2: Pilha construída de Daniell.

Fonte: ROCHA, 2004

Observe a seguinte reação química de oxirredução:



Ânodo ou *polo negativo* é o eletrodo onde saem os elétrons. Ocorre a reação de *oxidação*.



Cátodo ou *polo positivo* é o eletrodo para onde vão os elétrons. Ocorre a reação de *redução*.



Em 1859, Raymond Gaston Planté, elaborou um sistema onde eletrodos de lâminas de chumbo eram separados por tecidos imersos em ácido sulfúrico. Este sistema foi ligado a uma fonte de corrente externa e após um período de tempo, este sistema produzia até 2 Volts de tensão. Nestas baterias, o dióxido de chumbo é usado como material ativo no eletrodo positivo e no eletrodo negativo usa-se chumbo metálico esponjoso. O eletrólito em geral, consiste de uma solução aquosa de ácido sulfúrico de densidade em torno de 1280 g/cm³ (LINDEN, 1995).

A quantidade de energia armazenada dependia da quantidade de dióxido de chumbo formado e para atingir uma capacidade em condições de sua utilização prática, a bateria chumbo-ácido requeria um número de ciclos de carga e descarga, processo de formação. Durante a formação o material ativo dos eletrodos é transformado em um material poroso, e na descarga produz sulfato de chumbo e água (SANHUEZA, 2007).

Em 1866 a pilha seca ácida foi desenvolvida, pelo químico francês George Leclanché. Ela é a pilha mais comum hoje em dia, pois é a mais barata e a mais usada em lanternas, rádios, equipamentos portáteis e aparelhos elétricos como gravadores, flashes e brinquedos (LINDEN, 1995). Essa pilha na verdade não é seca, pois dentro dela há uma pasta aquosa, úmida, mas ela recebeu esse nome para diferenciá-la (porque era revolucionária, na época em que foi criada) das primeiras pilhas até então conhecidas, como a pilha de Daniell, que utilizavam recipientes com soluções aquosas. (HURD et al, 1993).

No entanto, até o desenvolvimento do dínamo em meados de 1866 e 1876, não havia sistemas eficientes para a recarga das baterias, e por isso, não havia aplicações práticas para as baterias chumbo-ácido que por esta razão não passavam de curiosas peças de laboratório. (SANHUEZA, 2007) O modelo de bateria de Planté é apresentado na Figura 3.

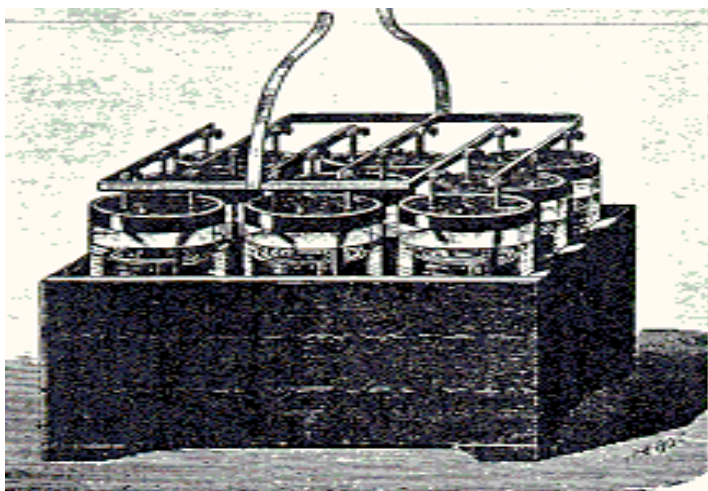
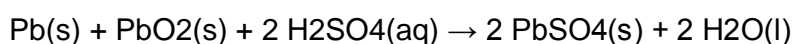


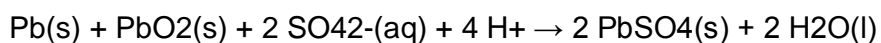
Figura 3: Modelo de bateria de Planté.

Fonte: SANHUEZA, 2007

A reação global (para a descarga) é

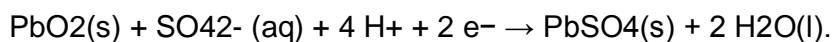
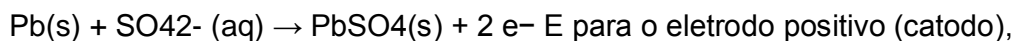


► Separando os íons do ácido, pode-se escrever:



E, de forma similar à da célula básica, consideram-se as trocas de elétrons em cada pólo durante a descarga. Ver figura.

► Para o eletrodo negativo (ânodo), tem-se:



O dínamo é um aparelho que gera corrente contínua convertendo energia mecânica em energia elétrica. Com a sua invenção, a energia elétrica foi se

tornando mais popular e sua grande demanda fez com que a importância das baterias fosse reconhecida. As baterias eram recarregadas durante a noite, quando seu consumo era reduzido, e descarregadas durante o dia, quando a demanda era alta. Neste período, os estudos eram voltados somente na aceleração do processo de formação.

Porém, somente em 1881, o Engenheiro Químico Camille Alphonse Faure, projetou a bateria recarregável moderna, realizando estudos para melhorar o produto, cobriu as lâminas de chumbo com óxido do mesmo metal. Com isso a capacidade de armazenamento aumentou, porém o eletrodo tinha baixa durabilidade.

Foi então que, em 1883, Henry Tudor misturou uma pasta criada à base do óxido de chumbo sobre uma grade de chumbo preparada seguindo o método de Planté. Este método consistia na carga e descarga das placas positivas para formar PbO_2 (dióxido de chumbo) e $PbSO_4$ (sulfato de chumbo) que proporcionaram uma melhor aderência da massa ativa na grade. Tudor utilizou também o Pb (metálico) esponjoso e o $PbSO_4$ na grade negativa e como resultado, houve um significativo ganho na durabilidade e capacidade de armazenamento energético dos acumuladores chumbo-ácido (SANHUEZA, 2007).

Desde então, processos e procedimentos têm sido pesquisados dando origem a baterias mais capazes, especialmente a partir do início do século 20, em decorrência do vertiginoso crescimento da indústria automotiva. Nos dias de hoje, observa-se o acontecimento de uma segunda revolução dos acumuladores chumbo-ácido, pois a demanda de energia aumenta refletindo num igual aumento da procura por dispositivos de acumulação de energia (CHAGAS, 2007). Atualmente após muitos anos de estudo e pesquisa, novas tecnologias como baterias seladas, livre de manutenção e com recombinação de oxigênio foram criadas.

Esse desenvolvimento permitiu a redução do tamanho e melhora na eficiência das baterias, além disso, as baterias seladas não precisam ser usadas em ambientes isolados, pois não liberam gases tóxicos e corrosivos, podendo assim trabalhar ao lado de equipamentos de informática por exemplo. Sua manutenção também diminuiu, pois alguns sistemas, como o “selado”, não requer que o nível de eletrólito seja completado e nem que sua densidade deste seja controlada (CHAGAS, 2007).

4.1.1 Baterias comuns

As baterias comuns ou (de arranque) são também chamadas de SLI (do inglês: Starting Lighting and Ignition) ou automotivas. São as responsáveis pelo fornecimento de energia para a combustão interna do motor e para fornecer energia ao sistema elétrico do veículo quando este não está em funcionamento. ((CHAGAS, 2007)

A partir do momento que o motor está em funcionamento, o alternador do veículo recarrega a bateria, mantendo-a assim em plena carga. Devido a grande variedade de veículos que existem, e diversos tipos de acessórios que estes possuem, é necessário que existam vários modelos de baterias. Assim sendo há diversos tamanhos de baterias projetadas para cada tipo de veículo e de acordo com a potência de seu motor e de outros acessórios que estes possuam.

As baterias utilizadas em caminhões e ônibus são semelhantes as automotivas, porém são maiores, com mais placas e eletrólito de modo a suportar as condições mais intensas de trabalho. Devido ao avanço tecnológico essas baterias passam a ter combinações apropriadas para serem utilizadas em seu processo de fabricação como em suas ligas que vem incorporado ao chumbo os elementos adicionais desde prata , selênio , antimônio dentre outros elementos que reforçam suas grades ou ate mesmo ajudam a preservar esta bateria contra possíveis corrosões da grade

4.1.2 Baterias seladas

Estas baterias não possuem acesso ao eletrólito, e são produzidas com grades fundidas e/ou laminadas expandidas ou estampadas de chumbo-cálcio. A diferença desta liga para a de Pb-Sb é o desprendimento do hidrogênio, pois possui a propriedade de apresentar um maior sobrepotencial, assim, a redução de gases é reduzida e conseqüentemente a perda de água. (BAPTISTA, 2011).

4.1.3 Outros tipos de baterias automotivas

Algumas baterias que deram seguimento ao ramo de automóveis em comparação a de chumbo-ácido são as baterias de níquel-hidreto metálico, lítio-polímero e sódio-cloreto de níquel.

Em 1899 a primeira bateria de níquel-cádmio (NiCd) foi desenvolvida pelo cientista sueco Waldemar Jungner. Nesta altura a única tecnologia concorrente era a bateria de chumbo-ácido, que era menos robusta tanto física como quimicamente. Com diversos melhoramentos de âmbito limitado nos primeiros protótipos, a densidade energética daquele tipo de baterias passou para cerca de metade do das baterias primárias, e para um valor consideravelmente acima das baterias de chumbo-ácido. Jungner experimentou substituir o cádmio das baterias por ferro em quantidades variáveis, mas as suas fórmulas ficaram abaixo das expectativas. As baterias de níquel/cádmio ou de cádmio/óxido de níquel passaram a ser utilizadas comercialmente a partir de 1950 em aparelhos sem fio como celulares barbeadores, câmeras de vídeo, flashes, aparelhos, eletrônicos, portáteis, ferramentas, entre outros. Elas foram bastante usadas nos primeiros celulares (atualmente são mais usadas) e também eram encontradas nas pilhas cilíndricas recarregáveis (LINDEN, 1995).

As baterias de níquel-hidreto metálico estão tornando-se competitivas no mercado para uso em computadores, telefones celulares e outros aparelhos portáteis, onde existe necessidade de alta densidade de energia. Baterias de níquel-hidreto metálico de grande tamanho estão sendo apreciadas para o uso em veículos elétricos, onde alta energia específica e bom ciclo de vida são requisitos para um bom desempenho. A utilização das baterias de níquel-hidreto metálico constitui uma alternativa para minimizar os problemas com o descarte de baterias usadas, já que estas não possuem chumbo ou cádmio na sua composição, o que vem a reduzir problemas relacionados à contaminação ambiental por metais pesados. Em termos comparativos, uma bateria de íon-lítio que vemos mais adiante pode armazenar 150 watts-horas de eletricidade em 1 kg de bateria. Já um pacote de bateria de NiMH (hidreto de metal-níquel) consegue armazenar cerca de 60 a 100 watts-hora por kg de bateria. Como dado comparativo, uma bateria de chumbo-ácido tem a

capacidade de armazenar apenas 25 watts-hora por kg. (NUNES,2010).O modelo bateria níquel-hidreto metálico é apresentado na Figura 4.



Figura 4: Modelo de bateria níquel-hidreto metálico.

Fonte: METZNER E OLIVEIRA, 2010

Em 1970 conhecemos as baterias de íon-lítio que por sua alta densidade energética e um ciclo de vida longo, apresentam-se como uma importante fonte de energia em dispositivos eletrônicos e veículos elétricos. Suas células utilizam composto onde o lítio é intercalado entre os materiais positivos e negativos. Conforme a bateria é ciclada, ocorre uma troca dos íons de lítio entre os eletrodos positivos e negativos. As baterias de íon-lítio são bastante populares. É possível encontrá-las nas mais variadas aplicações que vão desde computadores portáteis, PDAs, telefones celulares entre outros por proporcionarem as maiores capacidades de armazenamento de energia.

A evolução das baterias de íon-lítio convencionais leva as baterias de íon-lítio de polímero, mais conhecidas por baterias de lítio-polímero. Distingue-se pelo fato do seu eletrólito de sais de lítio não ser retido por um solvente orgânico, mas sim por um material compósito de polímero sólido como o óxido de polietileno e o poliacrilonitrilo (AMBRÓSIO, 2001.)

As suas vantagens em relação às baterias de íon-lítio típicas incluem um custo de fabrico potencialmente mais reduzido, uma maior robustez, e a adaptabilidade a diferentes formatos. Estas baterias começaram a aparecer no mercado da eletrônica de consumo em 1996. Essa bateria foi usada e ainda é usada em carros elétricos,

como o Autolib. Em relação as baterias chumbo-ácido ainda são muito caras para ser produzida industrialmente (AMBRÓSIO, 2001). O modelo bateria bateria lítio-polímero é apresentado na Figura 5.



Figura 5: Modelo de bateria lítio-polímero.

Fonte: Linden (1995).

A bateria Zebra, sódio-cloreto de níquel (Na-NiCl_2) é constituída por placas negativas de sódio e por placas positivas de cloreto de níquel. Para funcionar, precisa de temperaturas elevadas de 250 a 300 °C. Seu material é abundantemente e amigável com o meio ambiente possui a vantagem de ser composta por matérias-primas abundantes na natureza, como o cloreto de sódio (sal de cozinha), ferro, cobre e níquel, sendo totalmente reciclável. Além de equipar os veículos elétricos, essa bateria pode ser usada em sistemas de armazenamento de energia gerada por fontes renováveis, como a solar e a eólica, que são intermitentes, para ser consumida posteriormente, em períodos de maior demanda, como à noite. A energia armazenada tanto pode abastecer carros elétricos de forma rápida como suprir a demanda de uma vila. Três vezes mais leve do que a de chumbo, utilizada em veículos convencionais, a bateria de sódio é também mais adequada do que as de lítio para países de clima tropical. Segundo Márcio Massakiti Kubo, coordenador do projeto de P&D do veículo elétrico de Itaipu, a partir de 40° C, a cada incremento de 10 graus, a vida útil da bateria de lítio se reduz à metade. (Ambrósio ,2001) .o Modelo de bateria - sódio-cloreto de níquel e apresentado na figura 6



Figura 6: Modelo de bateria Na-NiCl₂.

Fonte: <http://www.rechargebatteries.org/>

4.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

O chumbo raramente é encontrado no seu estado elementar. O mineral de chumbo mais comum é o sulfeto, denominado de galena (com 86,6% deste metal), conforme apresentado na Figura 7.



Figura 7: Galena.

Fonte: SANSON, 2011

Outros minerais de importância comercial são o carbonato (cerusita) e o sulfato (anglesita), que são mais raros. Geralmente é encontrado com minerais de zinco, prata e, em maior abundância, de cobre. Também é encontrado chumbo em vários minerais de urânio e de tório, já que vem diretamente da desintegração radioativa destes radioisótopos. Os minerais comerciais podem conter pouco chumbo (3%), porém o mais comum é em torno de 10%. Através da ustulação (queima do sulfeto) do minério de chumbo, galena, obtém-se como produto o óxido de chumbo que, num alto forno, é reduzido com a utilização de coque, fundente(óxido de zinco) e óxido de ferro. O chumbo bruto obtido é separado da escória(sujeira de chumbo-borra) por flotação. A seguir, é refinado para a retirada das impurezas metálicas, que pode ser por destilação. Desta forma pode-se obter chumbo com uma pureza elevada (99,99%) (SANHUEZA, 2007).

Os principais depósitos de minérios de chumbo estão localizados nos EUA, Austrália, Canadá, Peru, México, Bolívia, Argentina, África do Sul, Zâmbia, Espanha, Suécia, Alemanha, Itália e Sérvia, sendo os principais produtores os Estados Unidos, Austrália, Canadá, Peru e México (SANHUEZA, 2007).

O chumbo é um metal pesado (densidade relativa de 11,4 a 16°C), de coloração branco-azulada, lustroso tornando-se acinzentado quando exposto ao ar. Muito macio, altamente maleável, baixa condutividade elétrica e altamente resistente à corrosão e funde com facilidade (327,4°C), com temperatura de vaporização a 1725°C. Os estados de oxidação são +2 e +4. É relativamente resistente ao ataque dos ácidos sulfúrico e clorídrico, porém se dissolve lentamente em ácido nítrico. Os compostos de chumbo são anfóteros, forma muitos sais, óxidos e compostos organolépticos. É muito empregado na formação de ligas com outros metais, destacando o antimônio, selênio, estanho, cobre, arsênio, bismuto, cádmio e sódio destinados a importantes aplicações industriais, tais como: placas de baterias, soldas, fusíveis, material de tipografia, revestimentos de cabos elétricos, entre outros (SILVIA, 2008)

As principais fontes emissoras de chumbo são as empresas de fundições e alguns ramos da indústria química como, por exemplo, a fabricação de plastificantes para indústria de plásticos, como o palmitato de chumbo. Como o chumbo e seus sais possuem densidade elevada, os gases industriais com os quais são desprendidos só os transportam por alguns poucos quilômetros, pois logo ocorre a

sedimentação destes compostos. Por exemplo, após um acidente com gases industriais ocorrido em Nordenham na Alemanha (2007), constatou-se a ocorrência de chumbo no solo até uma distância de 2,5 km da fonte emissora ((CHAGAS, 2007)

No processo de produção de baterias chumbo-ácido, além do chumbo, utiliza-se o ácido sulfúrico que é um líquido incolor, viscoso, oxidante, densidade 1,84 g/cm³. Ao diluir o ácido sulfúrico, não se deve adicionar água, porque o calor liberado vaporiza a água rapidamente, à medida que ela vai sendo adicionada. (CHAGAS, 2007).

É uma das substâncias mais utilizadas nas indústrias. O maior consumo de ácido sulfúrico se dá na fabricação de fertilizantes, como os superfosfatos e o sulfato de amônio. É ainda utilizado nas indústrias petroquímicas, de papel, de corantes etc. e nas Baterias de chumbo (baterias de automóveis). (CHAGAS, 2007).

Nos dias de hoje o processo de fabricação de baterias chumbo-ácido, está bastante desenvolvido, porém, ainda deixa muito a desejar nos aspectos relacionados com saúde humana e meio ambiente, apesar das novas tecnologias instaladas nas grandes fábricas de baterias por todo o mundo, haja vista que em grandes empresas onde setores eram totalmente fechados para não lançar poeiras de chumbo no ambiente, como quebra e seleção de placas, empastação de grades e fundidoras hoje elas são totalmente abertas iguais a todos os outros setores, porque trabalham com máquinas sofisticadas e com muito menos risco para a saúde de quem a opera, quanto para ao meio ambiente. Como podemos ver na Figura 8 o antes e depois de uma evolução de moinho de chumbo.

Nos moinhos o chumbo bruto era processado e após a etapa de moagem era transportado manualmente para a etapa de empastação, causando contaminação ao meio ambiente e aos operadores que manuseavam esse material. Visando melhorar a qualidade ambiental e a saúde do trabalhador, atualmente, os moinhos possuem além de um sistema mais fechado, dutos que conduzem esse material diretamente para a próxima etapa do processo sem qualquer contato físico do chumbo com o trabalhador.

Outra grande evolução no processo de produção, diz respeito a escória do chumbo, que era deixada céu aberto, nos pátios das empresas, conforme Figura 9.

Muitas empresas, onde havia o refinamento de chumbo, herdaram um problema muito grave de contaminação por esses rejeitos que afetou e ainda deixa marcas de contaminação do meio ambiente e seres humanos. (WTS ENGENHARIA, 2006). Como e mostrado as Montanhas de rejeito de chumbo na figura 8



Figura 8: Montanhas de rejeito de chumbo.

Fonte: WTS ENGENHARIA, 2006

Atualmente, a imagem da Figura 9 não é mais vista, pois a Resolução N° 257, de 30 de junho de 1999 Art. 2o Para os fins do disposto nesta Resolução, que esse resíduo, ou seja, a escória fique armazenada em containers devidamente vedados para posterior descarte em local seguro. Aplicando a norma .(NBR 7039/87);

Essas melhorias também se devem ao fato de que hoje o chumbo chega às fábricas quase que totalmente refinado (limpo) com grau de pureza de 97% de chumbo bruto, por isso, gasta-se menos energia para prepará-lo para ser utilizado, além de diminuir as impurezas que são lançadas no ambiente, tanto na forma de gás como na forma de sujeira sólidas, ou seja, a quantidade de escória é bem menor.

Para melhor compreensão, o processo de manufatura dessas baterias, segundo (WTS ENGENHARIA, 2006). é apresentado na Figura 09, a seguir:

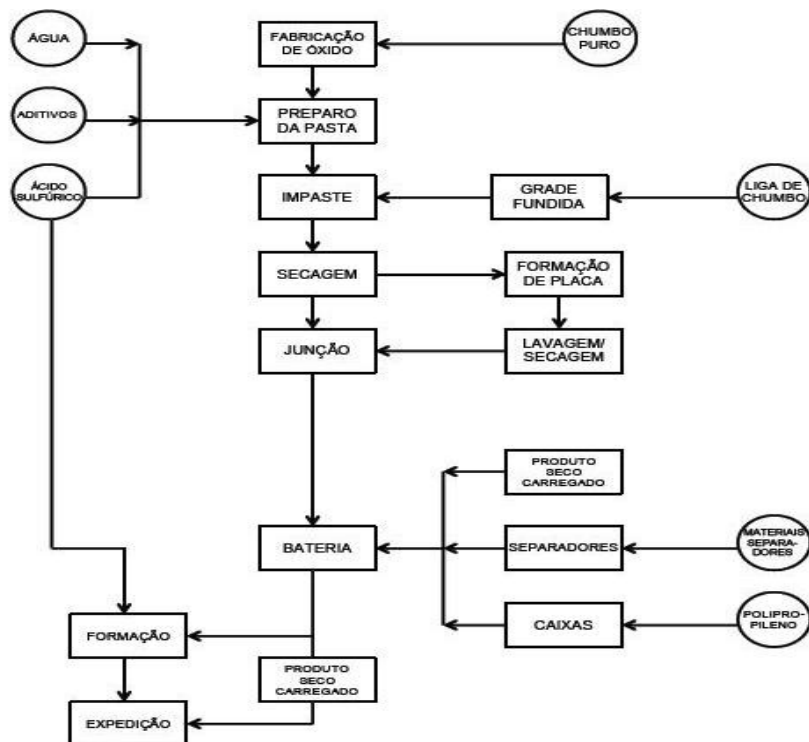


Figura 09: Fluxograma da fabricação de uma bateria chumbo-ácido.

Fonte: REASBECK e SMITH, 1997

Esse chumbo ainda refinado (mais limpo) é levado para diversas partes da fábrica e se transformam em grades, óxidos, pastas. O setor de empastação, onde são preparadas as massas (material ativo), que vão empastar as grades positivas e negativas das baterias é o setor que mais lança poeiras no meio ambiente, hoje com novas tecnologias como máquinas de empaste que além de agregar a massa de óxido e chumbo na grade ela corta essas grades no tamanho adequado para cada tipo de bateria não havendo a necessidade da quebra dessas placas como era feito anteriormente e também os óxidos de chumbo são cada vez mais controlados para não ficarem expostos ao ar o que seria prejudicial ao ar contaminando o meio ambiente e as pessoas que o manipulam por ser um pó muito fino e seria fácil sua dissipação pelo ar. Equipamentos de segurança individual(EPI) também faz a diferença nesta hora de manipulação deste produto como máscaras, luvas e aventais.

As empresas também tem um grande volume de solução ácida nos setores de carga de baterias e isso é uma das grandes fontes de contaminação do solo. Por

isso as empresas tem uma ETE (estação de tratamento de efluentes) tratando todo esse líquido que é extremamente perigoso para o solo, lençóis freáticos.(FRANCALANZA, 2000).

4.3 O CHUMBO E A SAÚDE HUMANA

O chumbo pode penetrar de diversas maneiras no organismo animal. As principais vias de acesso são a respiratória e a oral:

- Respiratórios: fumos (PbO) ou poeiras. Estima-se que entre 39 e 47% do chumbo inalado fique retido nos pulmões(MACHADO, 2002).
- Oral: Cerca de 5 a 10% do chumbo ingerido é absorvido pelo adulto, enquanto na criança até 50% da dose introduzida pode ser absorvida (MACHADO ,2002).

Nos vegetais, a carga de contaminantes existentes é gerada através da captação do metal pelas raízes. Como o chumbo não tem grande capacidade de migrar no interior das plantas, estas absorvem pequenos teor de chumbo, segundo (OGA, 1996). Este depósito adere-se à superfície dos vegetais e a lavagem ou esfregação, bem como o preparo dos vegetais antes do cozimento, podem remover de 32 a 98% do chumbo depositado (MACHADO, 2002).

O chumbo também pode ser absorvido pela pele e músculos, porém com menor relevância. As reações causadas por absorção do chumbo estão representadas na Figura 10, a seguir.

Como o chumbo reage no corpo humano

Os efeitos são os mesmos no caso de ingestão ou inspiração do Pb

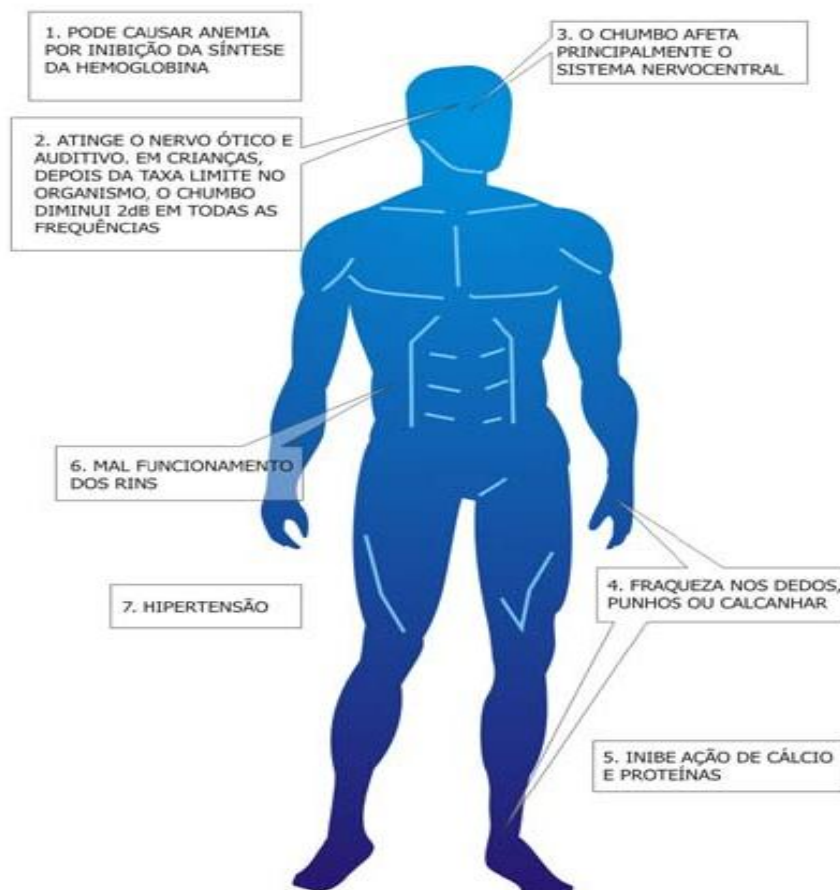


Figura 10: Reação do chumbo no organismo.

Fonte: LARINI ,1997

4.3.1 Toxicologia

A toxicocinética do chumbo se dá da seguinte forma:

- Via inalatória: 90% de todo o chumbo inalado é absorvido se depositando nos alvéolos de onde ele pode ser eliminado pelo mecanismo mucociliar da laringe, absorvido normalmente pelo corpo ou eliminado pelas fezes.
- Via digestiva: o trato gastrointestinal absorve de 10% (sólido) a 50% (em solução) de todo o chumbo ingerido. (LARINI ,1997)

- Via cutânea: embora para que a pele humana absorva o chumbo necessite de vários fatores, a mesma apresenta uma excelente proteção contra metais em geral.

Uma boa parte de todo o chumbo absorvido é transportado para os demais órgãos do sistema humano pelo sangue, sendo que uma grande parte desse metal (90%) acaba por se concentrar nos ossos, mas também atingindo o cérebro, artérias, tireóide, intestino delgado, placenta e nas glândulas suprarrenais ((ASAMI, 2011)).

Para Larini (1997) de todo o chumbo que é ingerido 90% dele é eliminado nas fezes, pois em no nosso organismo esse chumbo são substâncias , insolúveis, portanto, não podendo ser absorvido pelo nosso organismo.

Para a Academia Sul-Americana de Medicina Integrada (ASAMI, 2011) altos níveis de chumbo no organismo geram os seguintes sintomas:

- Sistema Motor: paralisias motoras, dores nas articulações, e fortes dores de cabeça.
- Sistema Nervoso: insônia, irritabilidade, distúrbios mentais generalizados, convulsões, entre outros.
- Sistema Digestório: anorexia, gosto metálico e diarreia.
- Outros: desconforto muscular com tônus muscular diminuído fadiga, anemia, osteopatia, pode levar a alterações renais e hepáticas e aumento ácido úrico.

Também para a ASAMI (2011) a presença do chumbo no cérebro pode ocasionar queda significativa de Q.I. (quociente de inteligência) em 5 pontos, gerando também problemas de comportamento, esquizofrenia e mal de Parkinson, por exemplo. Estudos feitos em animais mostram que a ingestão de altos níveis de chumbo inorgânico gera tumores em várias partes do corpo, principalmente nos rins (LARINI, 1997).

Larini (1997) também diz que a presença do chumbo em gestantes aumenta consideravelmente as chances de ocorrer um aborto ou um natimorto. Isso ocorre devido a incapacidade de se impedir a sua passagem pela placenta. Caso a mulher se contamine após o parto, o leite materno também apresentará concentrações de chumbo.

4.3.2 CONTROLE E TRATAMENTO

4.3.2.1 Hidratação

Segundo a Revista Pb Brasil (2013).Zelando pela saúde dos colaboradores expostos ao contato com o chumbo, e fazendo um paralelo com os benefícios trazidos pela hidratação, neste sentido, veremos como uma simples atitude na dieta pode melhorar a vida laboral dessas pessoas. Os riscos a compostos de chumbo nos interiores das fábricas de baterias existem praticamente em todos os setores diretamente ligados a produção. Devido a sua toxicidade estes compostos devem ser eliminados do organismo o mais rápido possível e de diferentes formas

Para amenizar esta contaminação e preciso aumentar a diurese do corpo (produção de urina pelo rim), já que através da urina boa parte do chumbo é eliminado. É sabido que para que haja elevada diurese é preciso que o corpo esteja bem hidratado. Para isso a hidratação dos colaboradores pode ser complementada com o uso de isotônico. (bebidas à base de água, sais minerais e carboidratos) Ou seja, a ingestão diária controlada deste produto pode melhorar o desempenho do corpo na hora de eliminar o chumbo.(Pb BRASIL ,2014)

Ao contrário do refresco comumente utilizado na indústria para ajudar a hidratação, o isotônico apresenta-se muito mais funcional, pois sua composição é específica para este fim. No entanto, o isotônico tem consumo recomendado de duas doses por dia. Ao refresco por sua vez não existe recomendação de dose máxima, sendo, portanto, mais consumido que o isotônico.

A formulação do isotônico contém sais minerais que permite a absorção instantânea e a hidratação imediata enquanto que o refresco, por não fornecer nutriente além de conter muito açúcar, hidrata menos e, por isso, demanda de um maior consumo. .(Pb BRASIL ,2014)

Assim deixamos a dica para que as empresas repensem sobre o custo-benefício de cada uma das opções e coloquem na ponta do lápis qual vale mais a pena.de um lado da balança , o custo do refresco aparenta ser mais em conta que o isotônico porem seu consumo poder ser relativamente maior .do outro o isotônico

possui dosagens reguladas e portanto , e mais econômico durante o uso , além de ter a vantagem de auxiliar melhor na hidratação do colaborador. .(Pb BRASIL ,2014)

4.3.2.2 Uso de biomarcador

Indicador biológico ou biomarcador é definido como um parâmetro que mensura a alteração num sistema ou amostra biológica. Essa alteração pode ser de ordem molecular, celular ou ainda ser desde uma doença clinicamente relevante até a morte (MARTINS ,2013)

Existem três classes de biomarcadores: exposição, efeito e susceptibilidade. Este último geralmente de natureza genética (embora possa advir de fatores adquiridos) indica como um determinado indivíduo pode apresentar uma resposta de maior ou de menor intensidade do que é o habitual acontecer em indivíduos semelhantes em relação a uma mesma dose interna. Além disso, os indicadores de susceptibilidade são considerados ferramentas complementares no processo de avaliação de risco, fornecendo dado que podem ser usados pra prever o desenvolvimento de doenças e para a implementação de programas de prevenção das mesmas. (MARTINS ,2013)

Neste sentido os polimorfismos genéticos são considerados biomarcadores de susceptibilidade (natureza genética), podendo ser utilizados nos processos de avaliação de risco a compostos tóxicos. No caso do chumbo, sua toxicidade é refletida no organismo em vários sistemas tais como, sistema nervoso central, renal gastrointestinal, reprodutor endócrino e hematopoiético, sendo este último afetado pela inibição de determinadas etapas na biossíntese do grupo heme. A enzima ácido aminolevulínico desidratase (ALAD) atua na biossíntese do grupamento heme nos eritrócitos é inibida pelo chumbo durante esse processo. Polimorfismos genéticos (variações específicas na sequência de bases de um gene, encontradas com frequência mínima de 1% em uma população) da ALAD podem modular a afinidade do chumbo pela enzima. Atualmente, estes polimorfismos vêm sendo utilizados como biomarcadores de susceptibilidade a intoxicação por chumbo em diversos estudos científicos. (MARTINS ,2013)

O gene que codifica a ALAD existem em duas formas polimórficas co-dominantes (ALAD 1 E ALAD2) resultando em três fenótipos distintos (ALAD 1-1

,ALAD 1,2 ;ALAD 2-2) que definem diferentes afinidades de ligação para o chumbo desta forma tais polimorfismos podem modificar a toxicidade do chumbo influenciando a susceptibilidade individual a intoxicação pelo metal

Segundo a Revista Pb Brasil (2013).Estudos epidemiológicos demonstram que o alelo ALAD 2 é menos frequente, ocorrendo em 5 a 20% das populações caucasianas e mais raramente em populações descendentes de africanos e asiáticos .sabe-se também que indivíduos portadores do alelo ALAD 2 (tanto homocigoto , quanto heterocigoto)tem maior capacidade de ligação para o chumbo nas células vermelhas do sangue de um individuo ALAD 1 homocigoto. Isto acarreta concentrações maiores de chumbo em sangue portadores do alelo ALAD 2. O que os torna mais suscetíveis aos efeitos tóxicos deste metal. Considerando a toxicologia ocupacional do chumbo, alguns marcadores vêm sendo utilizados para avaliar a saúde dos trabalhadores , como por exemplo o ALA urinário (biomarcador de efeito) e o chumbo no sangue (biomarcador de exposição).

Já em relação ao uso de biomarcadores de susceptibilidade como polimorfismos da ALAD atualmente, existem algumas questões limitantes, uma delas é a necessidade de maior desenvolvimento metodológico, isto é de ajustes que garantam maior produtividade, as análises genéticas, disponíveis e a preocupação ética envolvida na contratação de trabalhadores, pois caso algum candidato a determinada vaga tenha uma maior susceptibilidade a intoxicação por chumbo , este poderia se preterido por outro sem tal susceptibilidade. Portanto, um estudo cauteloso acerca de tais questões metodológicas éticas e trabalhistas e fundamentais, antes da implementação de tais biomarcadores em exames admissionais e de saúde em indústrias. Alerta a Revista Pb Brasil (2013)

4.3.2.3 Ações médicas que fazem a diferença

A gravidade da plumbemia elevada e suas implicações são bastante conhecidas no mundo contemporâneo. Portanto, o papel do médico do trabalho no controle dos níveis séricos e na intoxicação pelo chumbo é decisivo, e preponderante. Segundo a Revista Pb Brasil (2014)

Passivos trabalhistas são fardo pesados para as empresa e interferem na sua sustentabilidade. É nesse contexto que o médico exerce protagonismo na hora do

recrutamento (exame admissional qualificado), exames periódicos (com visão em atitudes prevencionistas) mudança de função e retorno ao trabalho após possível contaminação são ações que promovem grandes transformações em colaboradores e gestores. Trata-se de trabalho operoso “formiguinha” em orientações , educação e conscientização , transformando saúde e segurança em uma questão conceitual. Cada um destes exames incluindo o demissional , tem possibilidade quase infinitas , são incontestes e infofismáveis como agentes transformadores.(SABOIA ,2014)

Exame admissional : importante missão de selecionar candidatos que estejam hígidos. O fígado , os rins e os pulmões são grandes filtros que tem influencia direta na absorção e eliminação do chumbo. A criteriosa anamnese, sem pressa, observando inclusive estilo de vida, hábitos, higiene pessoal / corporal, instrução, formação profissional, empregos e exposições anteriores são essenciais. .(SABOIA, 2014)

O exame clinico meticuloso, com dados antropométricos, dados vitais, exame físico geral e especial são nobres e fundamentais e junto com a anamnese definem doenças e sintomas iniciais que ajudam a qualificação para a função. Exames complementares específicos para os riscos e outros solicitados como fundamentação técnica medica são os pilares para a contratação adequada. (SABOIA, 2014)

Exame periódico considerado um exame nobre onde o colaborador revela sua dificuldade na adaptação ao uso correto e adequado dos equipamentos (EPI), relata inadequações na segurança e no trabalho, informa e demonstra seus cuidados com a saúde / higiene neste exame encontra-se o momento oportuno e ideal para ensinar cuidados básicos com a limpeza dos EPIs e higiene pessoal .

A contaminação por chumbo aumenta com a falta da higiene. Quanto menos cuidados com a limpeza, o asseio a barba raspada, maior a chance de níveis elevados de chumbo sérico. A exaustão no banho antes de ir para o refeitório para se evitar que a poeira do chumbo fique impregnado nas roupas ou na pele do colaborador por isso antes das refeições é fundamental a troca de uniformes e banho tanto nas horas de refeições como também antes de ir embora para não poluir seu caminho e não contaminar seus familiares lembrando que as crianças são

muitos suscetíveis a pequenas exposições ao chumbo e sofrem grandes transtornos a saúde e desenvolvimento intelectual. .(SABOIA ,2014)

Para SABOIA (2014) criar salas de reidratação ora e uma das ferramentas que gerou um grande avanço no controle da plumbemia (uma ideia não patenteada que se difundiu pelo Brasil) a mudança de função dentro da empresa também seguem as mesmas linhas de raciocínio, pois adaptações para o trabalhador que não conseguia se adaptar , em ambientes com elevados níveis de chumbo tanto pelo local de trabalho ou por uma rápida absorção do organismo são transferidos para outro setor e com isso há uma redução no índice de chumbo no organismo.

4.4 RECICLAGEM E MEIO AMBIENTE

Segundo a norma (ABNT NBR 15940) criada em 14 de abril de 2011. Baterias de chumbo-ácido são conjuntos de acumuladores elétricos recarregáveis, interligados convenientemente, construídos e utilizados para receber, armazenar e liberar energia elétrica por meio de reações químicas envolvendo chumbo e ácido sulfúrico.

Para Crempe (compromisso empresarial pela reciclagem, 1995) a maior parcela do chumbo atualmente consumido no mundo destina-se à fabricação de acumuladores elétricos para diferentes fins. As baterias chumbo-ácido são universalmente utilizadas como fonte de energia em veículos automotores, em sistema de fornecimento de energia elétrica e em produtos de consumo em geral. Quando essas baterias chegam ao final de sua vida útil devem ser coletadas e enviadas para unidades de recuperação e reciclagem. Esta providência garante que seus componentes perigosos (metais e ácido) fiquem afastados de aterros e de incineradores de lixo urbano e que o material recuperado possa ser utilizado na produção de novos bens de consumo. Todos os constituintes de uma bateria chumbo-ácido apresentam potencial para reciclagem. Uma bateria que tenha sido imprópriamente disposta, ou seja, não reciclada, representa uma importante perda de recursos econômicos, ambientais e energéticos e a imposição de um risco desnecessário ao meio ambiente e seus ocupantes. As baterias automotivas, estacionárias e tracionárias, contém chumbo na massa positiva, massa negativa, nas grelhas e conexões e ainda na solução eletrolítica de ácido sulfúrico, portanto,

nas instalações, durante o uso das mesmas, no transporte, manutenção, armazenamento temporário e na disposição final, cuidados devem ser tomados para que não ocorra vazamento de chumbo e ácido sulfúrico que exponha os usuários e contamine o solo, ar e água. Se após o seu esgotamento energético essas baterias não forem segregadas e seu conteúdo reciclado, causarão ameaça ambiental significativa.

Não se deve armazenar baterias de chumbo-ácido em lixões (vazadouros a céu aberto) sob pena de provocar malefícios à saúde pública através da contaminação de solo, cursos d'água e lençóis freáticos.

Com o apoio de diversos setores e após longa discussão, o Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, determinou medidas que terão que ser desenvolvidas e implementadas pelos fabricantes, importadores e comerciantes de pilhas e baterias, com o objetivo de disciplinar e controlar o descarte desses produtos ((CONAMA Resolução Nº 401/2008).

Segundo a Resolução CONAMA nº 257(Resolução Nº 257, de 30 de junho de 1999 e Revogada pela Resolução nº 401/08)As baterias industriais constituídas de chumbo, cádmio, e seus compostos, destinados a telecomunicações, usinas elétricas, sistemas ininterruptos de fornecimento de energia, alarme, segurança, movimentação de cargas ou pessoas, partida de motores diesel e uso geral industrial, após seu esgotamento energético, deverão ser entregues pelo usuário ao fabricante ou ao importador ou ao distribuidor da bateria.

Todos os anos são distribuídos cartazes informativos pelos fabricantes a todos os distribuidores, auto-elétricas, concessionárias de veículos, supermercados e demais postos de revenda e assistência técnica de baterias automotivas em todo o País. O objetivo é instruir os consumidores, e todos os responsáveis pelos estabelecimentos que as comercializam, sobre as obrigações de cada um para atender a legislação.

"Art. 11 - Os fabricantes, os importadores, a rede autorizada de assistência técnica e os comerciantes de pilhas e baterias descritas no Art. 1º ficam obrigados a, no prazo de 12 (doze) meses contados a partir da vigência desta resolução, implantar os mecanismos operacionais para a coleta, transporte e armazenamento". (Resolução CONAMA nº 257)

A armazenagem de baterias usadas de chumbo-ácido deverá ser feita em local coberto, com piso apropriado (concreto), com muretas ou canaletas ou recipiente tal que se possa ser usado como contenção. Em caso de vazamento, devem ser mantidas separadas de baterias novas e de outros produtos. O transporte de bateria chumbo ácido deve estar de acordo com a RESOLUÇÃO Nº 3.665/11, DE 4 DE MAIO DE 2011 , que trata do transporte rodoviário de produtos perigosos, legislação e normas técnicas complementares como segue: os veículos deverão ter afixados painéis de segurança (placas), contendo número de identificação do risco do produto e número produto: 88/2794, e rótulos de risco (placa de corrosivo, com motorista credenciado e carga lonada ou caminhão baú. O veículo deverá ter Kit de emergência e EPI. O motorista deve manter envelope com ficha de emergência com instruções para acidentes, incêndio, ingestão, inalação, fone de contato, etc (ANTT, 2011)

A questão da reciclagem é muito importante devido ao fato do chumbo impactar o ambiente. O Chumbo forma compostos orgânicos estáveis, como por exemplo, o chumbo tetraetil e o chumbo tetrametil, ambos voláteis e pouco solúveis em água. A poluição do ambiente acontece pela fundição e refinação do chumbo, queima do petróleo contendo aditivo, indústrias e em menor grau, chumbo metálico derivado de cartuchos de espingarda ou quando usado como peso em pescaria, que uma vez perdido no ambiente, frequentemente permanece disponível a organismos (FIGUERÊDO,2006).

4.4.1 OS EFEITOS DO CHUMBO EM DIFERENTES AMBIENTES

a) No ar - Na atmosfera o chumbo encontra-se na forma particulada. Essas partículas quando lançadas no ar podem ser removidas da atmosfera e transferidas para superfícies e compartimentos ambientais por deposição seca ou úmida. Cerca de 40-70% da deposição do chumbo ocorre por precipitação úmida, dependendo de fatores como localização geográfica e nível de emissão na área (FIGUERÊDO, 2006).

O tamanho da partícula constitui um fator importante na determinação do transporte atmosférico do metal. Partículas grandes (diâmetro > 2µm) precipitam da

atmosfera rapidamente e são depositadas relativamente próximas às fontes de emissão, enquanto partículas pequenas podem ser transportadas a muitos quilômetros de distância. O chumbo tem sido encontrado em locais distantes da fonte de liberação, indicando que um transporte atmosférico longo pode ocorrer (FIGUERÊDO, 2006).

b) No solo - A contaminação do solo por metais pesados acontece quando a quantidade do metal exposto ao ambiente supera a capacidade na qual o solo consegue retê-lo, assim, uma vez presente na forma solúvel no solo, este poderá ser absorvido pelas plantas ou lixiviado para camadas mais profundas, colocando em risco a qualidade de águas subterrâneas e conseqüentemente toda uma cadeia alimentar (FIGUERÊDO, 2006)

Devido à baixa mobilidade do chumbo no perfil do solo e a elevada adsorção na fase sólida do solo (inorgânico e orgânico), o chumbo se acumula principalmente nos primeiros centímetros de profundidade do solo, podendo vir a acarretar sérios riscos ao ecossistema e a saúde humana, pois, em casos de erosão, o chumbo é transportado para outros locais. Com relação à saúde humana, a contaminação é maior em crianças devido a maior exposição a solos contaminados, principalmente quando brincam em locais próximos a grandes centros industriais. (FIGUERÊDO, 2006)

Analisando os teores de chumbo no solo próximos a uma indústria de reciclagem de baterias automotiva, no vale do paraíba Figueiredo (2006), constatou-se a presença deste metal em concentrações elevadas de 200 a 539 mg/g a uma distância de 600 e 3.100 m nas direções sudoeste e noroeste da indústria, respectivamente. A contaminação do solo pelo chumbo a uma longa distância da indústria é devido às correntes de ar no local.

c) Nos corpos d'água - O chumbo é depositado nos lagos, rios e oceanos, proveniente da atmosfera ou do escoamento superficial do solo, oriundos de fontes naturais ou antropogênicas. O metal que alcança a superfície das águas é adsorvido aos sólidos suspensos e sedimentos. Dentre as fontes antropogênicas mais

importantes, destacam-se as operações de produção e processamento do metal, além das indústrias de ferro e aço. O escoamento superficial urbano e as deposições atmosféricas são fontes indiretas significativas do chumbo encontrado em ambientes aquáticos (FIGUERÊDO,2006)

Na cidade de Bauru-SP no ano 2000 foi registrado um grande caso de contaminação por chumbo que levou a interdição temporária da empresa. A Acumuladores Ajax Ltda., lançou no ar gases contendo chumbo que se distribuíram ao longo de uma extensa área contaminando ar, solo e água. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), a interdição se deu depois que análises do ar revelaram alta concentração de chumbo no interior e fora dos limites da fábrica, provocando a contaminação em quatro crianças. A Direção Regional de Saúde (DIR-10) e a Secretaria Municipal de Saúde divulgaram o resultado de uma pesquisa epidemiológica em 30 crianças do Bairro Tangará e do Parque Jaraguá, nas proximidades da fábrica. Do grupo de 30 crianças examinadas, quatro apresentaram concentração de chumbo acima do tolerável, chegando a 27 microgramas por decilitro de sangue, enquanto o índice aceitável é de 10 microgramas. (WTS ENGENHARIA, 2006).

De acordo com o Cempre (2008) (compromisso empresarial pela reciclagem, 1995) uma parte da população brasileira não dá a devida importância à reciclagem de baterias automotivas, ou seja, não compreendem os malefícios do chumbo e acabam ignorando a lei, sendo que o Brasil recicla uma grande parte (99,5%) de todas as baterias não mais utilizáveis.

No processo de reciclagem empregado deve-se primeiramente escolher o objetivo da reciclagem, ou seja, pretende-se recuperar apenas o chumbo ou pretende-se recuperar as outras partes também. No primeiro caso as baterias não precisam passar por um pré-tratamento e são diretamente enviadas para processos de fundição. No segundo caso faz-se um pré-tratamento para remover a carcaça plástica e outros componentes antes de serem enviadas para o processo de fundição este segundo é o mais vantajoso para as fábricas de baterias, pois reciclam até 90% das baterias devolvidas (sucatas) e também devido a três necessidades básicas que são:

- 1- Escassez das reservas minerais mundiais do chumbo, atingindo 222,1 milhões de

toneladas, sendo que o Brasil produz apenas 0,7% da produção mundial;

2- Alta demanda de fabricação de baterias de chumbo-ácido para atender ao mercado nacional, especialmente a indústria automobilística;

3- Alto custo da matéria-prima e seu beneficiamento dentre outras.

Segundo o portal Ambiente Brasil (2008),

“A reciclagem é um processo industrial que converte o lixo descartado (matéria-prima secundária) em produto semelhante ao inicial ou outro”. Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que é jogado fora. A palavra foi introduzida a vocabulário internacional no final da década de 80, quando foi constatado que as fontes de petróleo e outras matérias-primas não renováveis estavam e estão se esgotando. Reciclar significa = Re (repetir) + Cycle (ciclo). Ambiente Brasil (2008),

A reciclagem além de ser uma solução ambientalmente importante para todos os seguimentos se torna muito vantajoso para as indústrias de baterias, pois com a escassez de material primário (chumbo) esta se tornando cada vez maior. Talvez por esse motivo que as empresas veem também tanta importância nesta questão , porem empresários e pessoas de âmbito geral deveriam antes de mais nada pensar no bem que fazem ao meio ambiente e principalmente ao seres humanos , que não só no ramo de baterias mas em todos os seguimento seja ele com grau de contaminação baixa ou alta , desde uma casa ou ate uma grande indústria devemos ter sempre a consciência ambiental.

5 CONCLUSÃO

É sabido que houve grandes avanços durante todos esses anos no ramo de fabricação de baterias automotivas, e que o profissional está cada vez mais se capacitando para fazer deste produto o melhor e mais sustentável, porém como se trata de um produto que é um grande gerador de resíduos tóxicos e que causa muita contaminação tanto para o meio ambiente quanto para o homem, há uma necessidade de consciência ambiental ,fora e dentro das empresas e que invistam mais na qualidade de seus profissionais e de suas fábricas propiciando novas tecnologias e meios adequados para o manuseio desses produtos. Deve haver uma união de pessoas capacitadas tanto para minimizar os impactos ambientais como na saúde dos trabalhadores e pessoas envolvidas (em regiões próximas às fábricas). Os avanços com certeza foram fundamentais e serão durante os próximos anos, mas com ele virá o ônus da contaminação e doenças diretamente causadas por esse serviço, está sob a responsabilidade de profissionais caminharem junto com a tecnologia minimizando seu efeitos nocivos a saúde e ao meio ambiente

6 REFERÊNCIAS

ABNT catálogo. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br>>. Acesso em: 21 jul.2014

.
AMBIENTEBRASIL. **Reciclagem de materiais:**

Disponível em:< <http://www.ambientebrasil.com.br> >acesso em: 21 nov. 2014

AMBROSIO, Renato Canha and TICIANELLI, Edson Antonio. **Baterias de níquel-hidreto metálico, uma alternativa para as baterias de níquel-cádmio.** Quím. Nova [online]. 2001, vol.24, n.2, pp. 243-246. ISSN 0100-4042.

ASAMI – Academia Sul-Americana de Medicina Integrada. **CHUMBO E TOXICIDADE.** Disponível em: <<http://asami.com.br/biblioteca/biblioteca-virtual/10-medicina-integrada/12-chumbo-e-toxicidade-.html>> Acesso em: 19 out. 2014.

BAPTISTA, R.H.R. **A Evolução da Bateria Chumbo-Ácido e sua Aplicação nos Modernos Veículos Possuidores da Tecnologia Start/Stop.** 2011. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

CASTELLAN, G. W. **Físico-Química.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A , 1986. 530p

CHAGAS, M.W.P. **Novas Tecnologias para Avaliação de Baterias.** 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – IEP/LATEC, Curitiba, 2007.

CEMPRE. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem 1995. 278p

Decreto Lei nº 96044 de 18 de maio de 1988, disponível em : <http://www.antt.gov.br/faq/produtosperigosos/Nacional/Desc96044-88.pdf>.> acesso em:25. Nov 2014 <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000252297>>.

Acesso em: 21.ago. 2014.

FIGUERÊDO, D.V. **Manual para gerenciamento de resíduos perigosos**. instituições de ensino e de pesquisa. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2006. 364 p.

FRANCALANZA, H., '**Coleta e Reciclagem de baterias de chumbo: problemas ambientais e perspectivas**' Seminário de reciclagem de Metais Não Ferrosos – São Paulo-SP– out/2000,

HURD, J.D. et al. **Recycling of Consumer Dry Cell Batteries**. New Jersey: Noyes Data Corporation, 1993.

LARINI, Lourival. **Toxicologia**. 3ª edição, São Paulo, Editora Manole Ltda., 1997.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.: **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo. Ed. Atlas, 1985.

LINDEN, D.; REDDY, T. **Handbook of Batteries**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1995. Cap. 7 – 15, 22, 23, 25 – 27, 30, 31, 33 – 36.

MACHADO, I. P – **Avaliação Ambiental do Processo de Reciclagem de Chumbo**. VEC e FEM Campinas – SP, 2002.

MANZO, A. J. **Manual para preparação de monografias**: Buenos Aires: Humanistas, 1971.

MARCHETTO, R. I., '**A Reciclagem de Chumbo no Brasil**' Seminário de reciclagem de Metais Não Ferrosos - São Paulo-SP - out/2000.

MARTINS, R.A. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21, n. 4, p. 823-835, 1999.

MARTINS JUNIOR, Airton. **A Importância dos polimorfismos da enzima ácido delta-aminolevulínico desidratase (ALAD) na intoxicação por chumbo**. Pb Brasil,Londrina.v 05 .p 28-29,mar.2013.

NUNES, João Brunhoso; DUARTE, André Costa. **Projeto de um Sistema de Energia a partir duma Célula de Hidrogênio**. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, 2005. Disponível em: <<http://paginas.fe.up.pt/~ee00018/docs/Celula%20de%20Hidrogenio.pdf>>. Acesso em: 21 nov 2014.

OGA, S. – **Fundamentos de Toxicologia**. Ed. São Paulo Ltda Athenen, São Paulo, 1996.

Pb BRASIL, Saúde Ocupacional **.Hidratação :Resfresco ou isotônico ?**. Pb BRASIL,Londrina.v11.p61-13,set .2014

REASBECK, P.; SMITH, J.G. **Batteries for Automotive Use**. Taunton: ResearchStudies Press LTD. 1997.

REIDLER,N , M, V, L; GUNTHER, W ,V ,R **Impactos Sanitários e ambientais Devidos aos Resíduos Gerados por Pilaha e Baterias Usadas** . Disponível em <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/mexico26/iv068.pdf>> acesso em: 21 nov 2014

Resolução **CONAMA** N°257, Diário Oficial 22.07.1999 Ofício N°1.012/99, 5p, 1999.

Resolução ANTT N° 3.665, de 4 de maio de 2011. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.

ROCHA, J.R. **Mecanismos das Reações de Descarga das Placas Positivas nas Baterias de Chumbo-Ácido**. 2004. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SABOIA FRANCO, Roberto. **Ações medicas que fazem a diferença**. Pb BRASIL,Londrina.v10.p10-13,jun.2014.

SANHUEZA, C. E. A. **Desenvolvimentos na Indústria de Acumulação de Energia em Baterias Chumbo-Ácido: Processos Alternativos de Recuperação Chumbo**. 2007. 12140 f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Materiais) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.

SANSON, J.O.B. **ACUMULADORES DE ENERGIA CHUMBO-ÁCIDO DE ALTO DESEMPENHO**: desenvolvimento e tecnologia para minimização de custos e melhoria das capacidades elétricas. 2011. 48 f. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

SILVA, Benedito Célio Eugênio; TEIXEIRA, Juliana Ayres de A. Bião. **Chumbo**: sumário mineral 2008 - DNPM/BA. 2007. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: 23 out 2014

WTS ENGENHARIA, PASSIVOS AMBIENTAIS. **Aspectos Técnicos e Jurídicos que Impactam as Empresas**. Dr. M.Sc. Engº Ricardo de Gouveia, 2006.