

CARRINHO PARA TRANSPORTE DE IODO-131 RADIOATIVO

Pedro Evanil Zanelatto e Silva

pedroevanil@gmail.com

Resumo. O presente trabalho tem como objetivo a exposição de um projeto e construção de um protótipo de carrinho blindado para transporte de Iodo-131 radioativo, utilizado em tratamento de pacientes de câncer do Hospital do Câncer de Barretos, pertencente à Fundação Pio XII. O texto está centrado na resolução do problema de transporte interno dos isótopos no hospital, bem como os métodos utilizados na obtenção das soluções, as normas e teorias necessárias na fabricação da blindagem e as etapas da construção do protótipo.

Palavras chave: *Radiação (energia emissiva), Veículos, Iodo, Hospitais públicos.*

1. Introdução

Hoje, o Hospital do Câncer de Barretos conta com 150 médicos e mais de 1400 funcionários, atende 1296 municípios dos 27 estados do Brasil com 2400 atendimentos/dia sendo 98% via SUS (não pagam absolutamente nada). Está equipado com os mais sofisticados equipamentos necessários para prevenção, diagnóstico e tratamento, contando com uma equipe médica altamente qualificada e transmultidisciplinar. Para acolher os pacientes que não podem se hospedar em hotel, o hospital mantém 10 alojamentos para adultos com toda infra-estrutura para mais de 600 pessoas e um alojamento especial para crianças. Diariamente 6.000 refeições são servidas além de 2.000 Kg de roupa lavada.

Por estas e muitas outras razões o projeto Poli Cidadã é parceiro da Fundação Pio XII, já tendo obtido alguns equipamentos que auxiliam no dia a dia de pacientes e funcionários desta instituição, sendo este trabalho um desses frutos. O protótipo a que este trabalho se dispõe visa auxiliar no tratamento de pacientes com câncer através de radioterapia, mais especificamente a braquiterapia que é o tratamento através de isótopos radioativos inseridos dentro do corpo do paciente onde será liberada a radiação ionizante.

No caso em questão, o carrinho se torna necessário para transportar os isótopos pelo hospital de sua área de armazenamento, até os pacientes. Estes irão ingerir as cápsulas por via oral, de forma que o tratamento possa prosseguir. Porém, durante o transporte dos isótopos, estes entram em contato indireto não só com o transportador e pacientes a quem são destinados, mas também médicos, enfermeiros, técnicos, visitantes e outros pacientes, sendo necessária uma proteção maior para estas pessoas.

1.1 Caso Atual

Atualmente, o transporte é feito com o auxílio de um carrinho pouco diferente de um exemplar de supermercado, forrado unicamente com plástico, para facilitar a descontaminação após seu uso. Além disso, durante o transporte, torna-se necessário passar por elevadores com o carrinho, situação em que a blindagem se mostra ainda mais necessária.

Em uma utilização do carrinho pode ser necessário transportar até oito castelos, que são recipientes blindados onde as cápsulas com o isótopo são armazenados. Consistem de recipientes de plástico com uma blindagem interna de chumbo. No entanto esta blindagem não se mostra suficiente para conter a radiação. As dimensões destes receptáculos são de 75 mm de diâmetro, em sua parte mais larga, e 110 mm de altura. Sua massa total é de 3,5 kg.

Durante o carregamento, o carrinho precisa permanecer o mais próximo possível da área de armazenamento de castelos, necessitando assim passar por uma porta de aproximadamente 1m de largura. Após seu carregamento e catalogação de cada amostra, que é destinada individualmente a cada paciente, o carrinho passa por uma sucessão de largos corredores, que não apresentam grandes dificuldades em termos de espaço. Atravessa também uma pequena área semi-externa, sendo o piso neste caso um pouco mais rústico, o que pede um maior cuidado.

Em seguida, chega-se a um grande elevador de serviço. Em geral, o mais correto seria que a carga subisse sozinha no elevador, evitando assim maior contaminação do transportador, bem como uma situação difícil em caso de quebra do elevador. No entanto, foi observado que o responsável entra junto do carrinho no elevador, por questão de zelo para com a carga e comodidade do mesmo.

Após isso, caminha-se por mais uma região de corredores largos que beneficiam a circulação de pessoas e materiais, e chega-se aos quartos destinados aos pacientes em tratamento de braquiterapia. Estes quartos são isolados do resto dos pacientes, para evitar contaminação, além de serem literalmente encapados de plástico, com o intuito de evitar contaminação dos móveis e equipamentos do dormitório através do contato com os pacientes.

1.2 Necessidades

Durante a visita e observação da rotina de tratamento no Hospital do Câncer de Barretos, foram vistas algumas necessidades que o protótipo precisa atender. Para que o carrinho atenda as exigências necessárias, viabilizando seu uso, será elaborada aqui uma lista dos aspectos que o protótipo deva possuir.

- Blindagem: esta deve ter uma espessura mínima, sendo a recomendada pelo beneficiado 50 mm. O material a ser utilizado, primeiramente será o chumbo, no entanto, a possibilidade de utilizar outros materiais está aberta, caso os mesmos se mostrem viáveis em termos financeiros, práticos e de eficiência;

- Armazenagem: durante o transporte, o carrinho precisa ser capaz de armazenar no mínimo até oito castelos ao mesmo tempo, em seu cofre blindado. Além disso, mostrou-se necessário um recipiente maior, com menor ou mesmo sem blindagem, para armazenagem dos rejeitos e utensílios pessoais dos pacientes após o tratamento, quando os mesmos forem levados para o depósito de descontaminação;

-Peso: por se tratar de um protótipo sem motor, o veículo deve se mostrar capaz de ser movido apenas com a força do operador.

A seguir, foi feito um breve estudo para determinação do peso máximo do carrinho.

No Brasil existem normas regulatórias (MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma Regulamentadora nº 17. Ergonomia; Portaria 3.214 de 8/6/78. Brasília, 1978) para determinar limites de cargas para carregar objetos (40 a 60 kg), mas não para o ato de empurrar, sendo aconselhado para este o uso de limite de acordo com o trabalhador.

No entanto, pode-se utilizar uma aproximação para o cálculo do limite de esforço, e, portanto, o peso máximo do carrinho. Sabendo potência máxima útil do motor humano varia com o tempo do esforço, sendo de 13,6 kgfm/seg para bicicleta estacionária durante 3 h. (AMORIM NETO, M.G. de Métodos diferentes de eliminação da insalubridade, determinação da força exercida pelo operário, e avaliação experimental da capacidade de resistência de estruturas simples. 1980).

Agora, impondo-se que o trabalhador utilizará esta potência a uma velocidade de 1 m/s, e que a utilizará com certeza por menos de 3 horas seguidas, ou seja, não será um trabalho que exigirá muito de seu corpo, obtemos:

$$F \cdot v = 13.6 \text{ kgf} \cdot \text{m/s}$$

$$v = 1 \text{ m/s}$$

$$F = 13.6 \text{ kgf} = 133.3 \text{ N}$$

Assim, utilizando a teoria de resistência ao rolamento para veículos automotivos (Gillespie, Thomas D. Fundamentals of Vehicle Dynamics), fazendo-se a aproximação do tipo de piso para concreto e que consideramos a roda do carrinho como um pneu cheio, ou seja, com sua máxima pressão, temos:

$$F = f_r \cdot W$$

$$f_r = 0.1 \text{ (fator de resistência ao rolamento)}$$

$$W = 1333 \text{ N}$$

Considerando-se $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, temos a massa máxima do carrinho:

$$M = 136 \text{ kg.}$$

-Rodas: devem ser grandes para possibilitarem a passagem por lugares difíceis, como valetas e buracos. Além disso, seria positivo que tivessem algum sistema de travamento para evitar movimentação do carrinho quando a carga estiver sendo manuseada. Durante a visita ao hospital, fora constatadas depressões de até 5 mm de profundidade. Assim, um diâmetro mínimo de 100 mm das rodas é estimado, possibilitando uma passagem segura por estes obstáculos;

-Porta do cofre: deve ser de fácil abertura, talvez com mecanismo, pois é provável que a mesma tenha um grande peso. Além disso, um mecanismo de travamento nas duas posições (aberto e fechado) se mostra necessário. Foi estimado um valor máximo de 2,5 kgf para esta tarefa, bem abaixo dos valores discutidos no item sobre o peso máximo do carrinho. Este valor foi escolhido, pois não apresenta um grande esforço para qualquer usuário médio, inclusive considerando que não será efetuado este movimento com muita regularidade. Assim, um maior aprofundamento neste quesito mostrou-se desnecessário.

2. Blindagem

Foi optado pela utilização de placas de chumbo montadas para a formação do cofre, devido ao alto custo da fundição do chumbo, além da dificuldade de se encontrar fornecedor para o mesmo. Para o cálculo da espessura de blindagem foi utilizada a Eq. (1), segundo Martin (1972).

$$D_t = D_o \cdot e^{-\mu t} \quad (1)$$

D_t-Dosagem após blindagem

D_o-Dosagem sem blindagem

μ-Coefficiente de absorção linear do material (chumbo) em relação à energia incidente.

t-espessura

A CNEN estabelece uma dose inferior a 20 mSv para todo o corpo por ano, supondo que o trabalhador passe 20 minutos por semana controlando o carro (ano = 16 horas), pois não é todo dia que o tratamento é feito, transportando 600 mCi de I-131, valor fornecido pelo beneficiado.

HVL-half value layer (I131-Pb)=3mm

Pensando então no valor que fornecido pelo beneficiado referente à dose a ser carregada:

$$D_t = D_o \cdot e^{-\mu \cdot t}$$

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{\mu}$$

$$\mu = 0,231 \text{ mm}^{-1}$$

$$600 \text{ mCi} \cdot 37 \frac{\text{MBq}}{\text{mCi}} = 22200 \text{ MBq}$$

7.647E-5 mSv/hr por MBq a 1.0 metro de distância

Assim, temos uma radiação de 1.698 mSv/hr para os 600mCi descritos.

Dessa maneira:

$$1,698 \frac{\text{mSv}}{\text{h}} \cdot 16 \text{ h} = 27.162 \text{ mSv}$$

Assim:

$$D_o = 27.162 \text{ mSv}$$

$$20 \text{ mSv} = 27.162 \text{ mSv} \cdot e^{-0,231 \cdot t}$$

$$t = 0,58 \text{ mm}$$

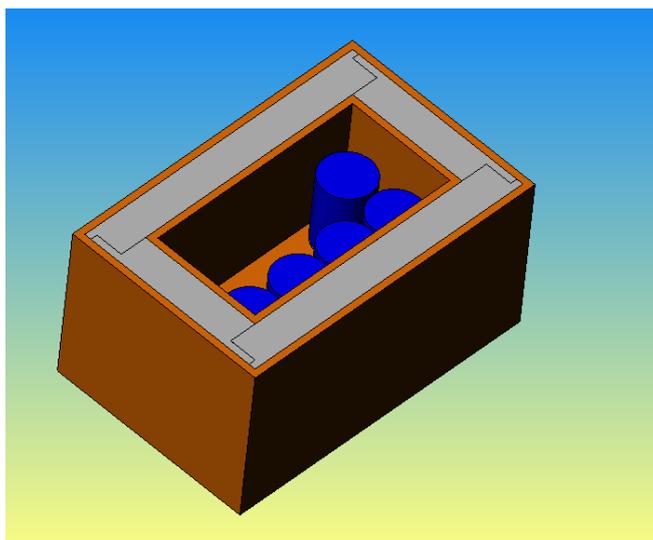


Figura 1 - Cofre blindado, montado com placas de 50 mm. Exemplos de castelos podem ser vistos em seu interior.

Como foi detectado que os valores requisitados pelo beneficiado eram bem maiores que aqueles conseguidos pela teoria, novo contato foi feito, de modo a esclarecer certas dúvidas e valores. Foi verificado um erro na fonte do beneficiado, que avaliava HVL para chumbo e iodo-131 no valor de 30 mm, quando na verdade o correto é 3 mm, o que acabou induzindo-o ao erro. Aproveitando para reavaliar os dados de entrada, decidiu-se estimar que o carrinho em questão transportaria no máximo um total de 800 mCi em emissões radioativas. Este valor foi obtido através do responsável pelo departamento de medicina nuclear do Hospital do Câncer de Barretos, o físico médico Marco Antônio de Carvalho. Este valor consiste no máximo de carga radioativa que seria levado até os quartos, assumindo que estes estariam em lotação máxima.

Assim, o novo valor obtido para a espessura mínima foi:

$$t = 2,57 \text{ mm}$$

Assim, utilizando uma parede de 2.6 mm, já estaríamos atendendo condições de segurança contra a radioatividade do isótopo. Considerando ainda que o isótopo sempre é carregado em recipientes protetores com blindagem, chamados castelos, e que estes cálculos foram efetuados considerando a cápsula do isótopo desprotegida, este valor pode ser considerado superdimensionado. No entanto, foi requisitado pelo Hospital do Câncer de Barretos que a barreira no carrinho fosse capaz de reduzir a emissão radioativa para níveis até 30%.

Através de discussão com o físico responsável, Marco Antônio, decidiu-se pela utilização de uma barreira de 6 mm de espessura, o dobro da HVL. Assim seria obtida uma redução da emissão radioativa para 25% do inicial, descontando-se ainda os efeitos do castelo, recipiente blindado no qual a cápsula é carregada.

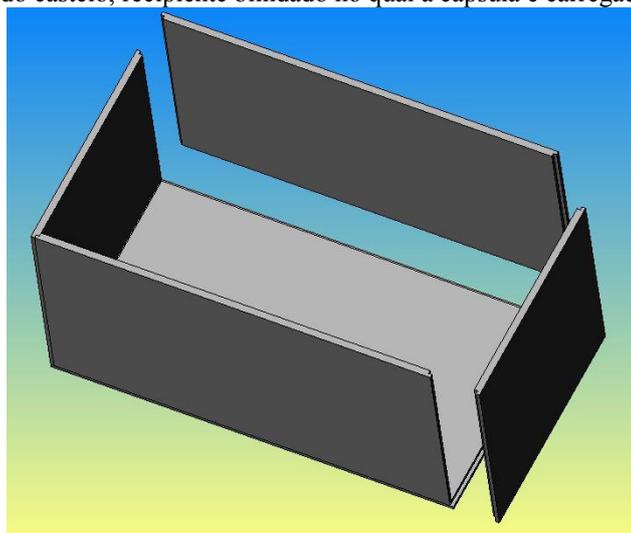


Figura 2 - Placas do cofre menor, com espessura de 6mm.

3. Carrinho

Foi decidido utilizar um carrinho já encontrado no mercado ao invés de construir um exemplar, pois isto acarretaria numa redução considerável do tempo de fabricação e projeto, além de não implicar num aumento grande no custo final do protótipo.

Ao fim de pesquisa das opções disponíveis no mercado, foi decidido por um carro plataforma, com capacidade para 300 kg, dimensões de 1000x600x800 mm e rodas com diâmetro de 6", que facilitariam a transposição de obstáculos. Pode-se observar o carrinho na Fig. (3).



Figura 3 -Carrinho a ser utilizado no protótipo

4. Porta

Para a solução da porta, foi desenvolvido um mecanismo para facilitar seu manuseio, utilizando o *software Working Model 2D*. O resultado do mecanismo pode ser observado na Fig. (4).

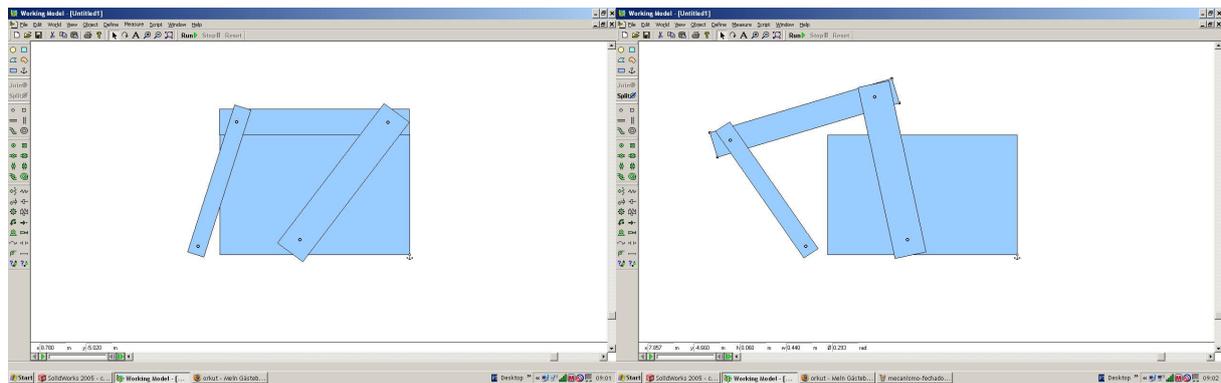


Figura 4 - Mecanismo da tampa, no software Working Model 2D.

Após o desenvolvimento do mecanismo inicial, foi desenvolvida a alavanca para acionamento do mesmo, bem como seu sistema de travamento. A escolha do tamanho do braço da alavanca teve como objetivo atender a especificação de projeto de que o este cofre fosse fácil de abrir, não excedendo o esforço de 2,5 kgf durante seu manuseio.

Considerando-se as dimensões do mecanismo desenvolvido no trabalho, de um quadrilátero articulado, é possível fazer as seguintes relações de alavanca, considerando a tampa com massa de 4,40 kg.

$$4.40\text{kgf} \cdot 258\text{ mm} = F \cdot 497\text{ mm}$$

$$F = 2.28\text{ kgf}$$

Assim, percebe-se que o mecanismo atende o limite estipulado, tornando o ato de abrir o cofre mais fácil, com um braço de alavanca de aproximadamente 500 mm.

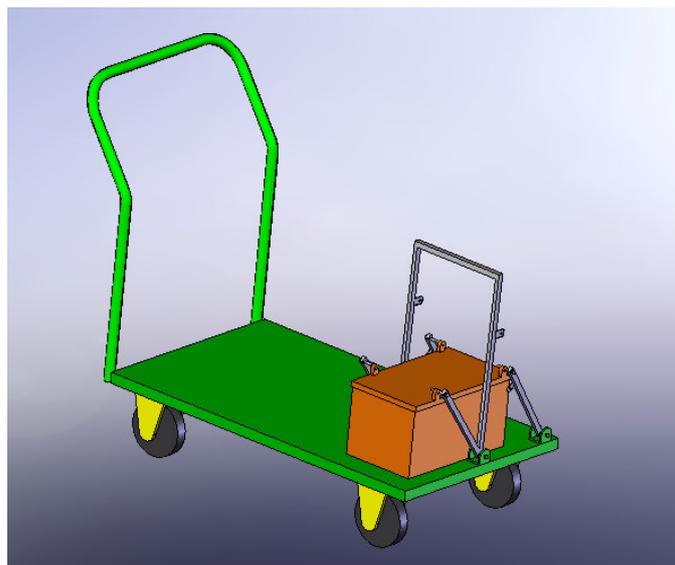


Figura 5 – Visualização do cofre menor, já com mecanismo de abertura e alavanca

5. Cofre Maior

Foi exigido pelo beneficiado que o carrinho transportasse também resíduos que o paciente provavelmente pudesse deixar no quarto e que estivessem contaminados pela radioatividade.

Como a radioatividade é consideravelmente menor neste caso, é possível se fazer uso de uma blindagem menor. Por uma questão de peso do carrinho, optou-se por se utilizar lençóis de chumbo de espessura 0,5 mm, sendo estes protegidos por uma camada em cada face de um tapete de PVC, sendo este material também oferece proteção contra a radiação, principalmente radiação beta.

Estas placas serão montadas em uma estrutura feita com chapas de aço com espessura 0.8 mm, para dar certa resistência ao cofre, e ainda assim, pela espessura, evitando que o carro não seja manobrável. Suas portas terão um sistema simples de abertura através de duas dobradiças em cada, presas a estrutura metálica. O peso de cada porta está previsto para não exceder 1,3 kg, sendo assim de fácil manuseio pelo usuário.

Ambos os cofres serão fixos ao carro plataforma através de parafusos, sendo que no caso do cofre menor, serão utilizados parafusos com cabeças cônicas, para evitar que as mesmas interfiram nos ajustes das placas de chumbo com as caixas de madeira.

A seguir, pode-se ver uma figura do carrinho completo, com seus componentes.

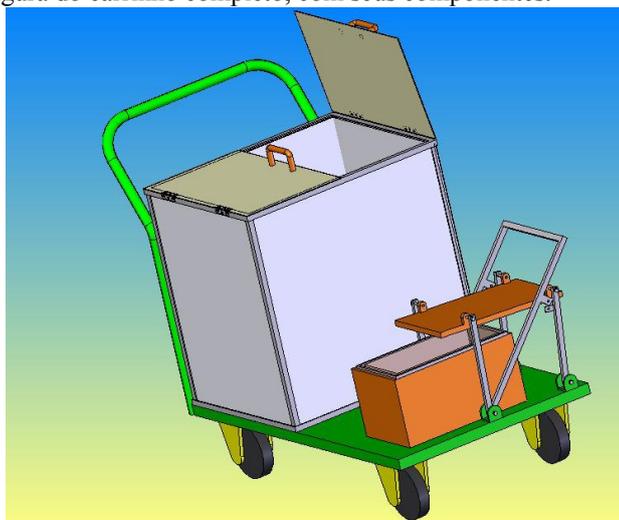


Figura 6 - Carrinho completo

Após todo desenhado, foi possível obter uma boa estimativa da massa final do protótipo, considerando o mesmo vazio.

$M=70$ kg

Considerando agora que o mesmo esteja carregando 8 castelos de 3,5 kg, ou seja, sua carga máxima, a massa total será:

$M_{cheio}=98$ kg

6. Levantamento de custos

Com o intuito de se obter recursos para a conclusão do projeto, um levantamento dos custos envolvidos foi feito. Segue a seguir uma lista dos itens avaliados:

- Carro Plataforma: R\$ 300,00
- Chumbo cofre: R\$ 287,70
- Chumbo recipiente maior: R\$ 379,94
- Perfil L recipiente maior: R\$ 25,00
- Tubos mecanismo tampa: R\$ 10,00
- Parafusos e porcas: R\$ 10,00
- Chapas Poliestireno recipiente maior: R\$ 50,00
- Madeira cofre: R\$ 50,00
- Mão de obra estimada: R\$ 600,00

Total: R\$ 1712,64

Considerando um contingente extra para gastos não previstos, estima-se um custo total do projeto em R\$ 2000,00.

7. Fabricação e gastos

Com o projeto concluído e os recursos para a fabricação do protótipo disponíveis, foi possível iniciar a fabricação do mesmo. No entanto antes disso, um contato com o beneficiado foi feito para aprovação final do carrinho. O mesmo foi aprovado, apenas com a ressalva de que não havia uma superfície disponível para que o usuário apoiasse utensílios e equipamentos usados durante o tratamento. Assim, o desenho de uma mesa foi adicionada ao desenho, como se pode observar na figura a seguir.

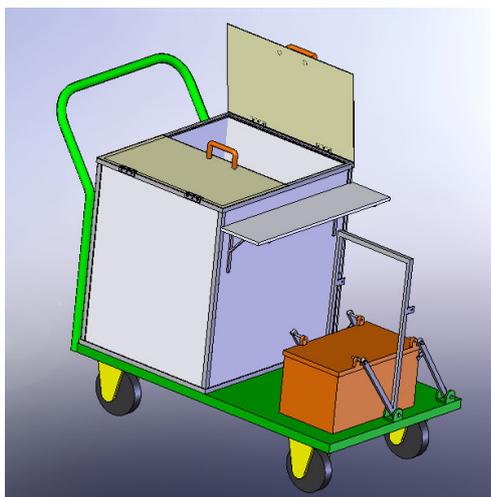


Figura 7 - Carrinho com mesa

Após esta adição, iniciou-se a compra dos materiais necessários para a construção do protótipo, iniciando-se com o chumbo e o carro plataforma. Houve certos problemas e atrasos na entrega destes itens, o que acabou prejudicando o cronograma. A seguir, serão dadas maiores explicações das etapas de fabricação do protótipo.

A seguir, serão descritos os materiais comprados, ou mesmo cuja fabricação foi encomendada, com seus respectivos custos em comparação com o custo inicial estimado.

-Chumbo: O custo final do chumbo, tanto para o cofre grande quanto o cofre menor, foi de R\$ 460,00, comprados na forma de lençóis de chumbo, nas espessuras de 6 mm para o cofre menor, e 0.5 mm para o cofre maior.

-Carro Plataforma: O custo do carro plataforma foi de R\$300,00, conforme contabilizado na estimativa;

-Caixas de Madeira: Custo total de fabricação de R\$ 250,00, contabilizando tanto material quanto mão de obra. O serviço foi feito por uma marcenaria de confiança, para assegurar a qualidade final do produto;

-Parafusos, porcas e arruelas: No total, para este projeto, o valor destes itens não ultrapassou os R\$ 15,00, como não foram usados em grande quantidade, nem em dimensões muito específicas;

-Cofre grande: Foi conseguido um patrocínio da empresa ASMontec, empresa especializada no projeto e fabricação de salas limpas. Isso, além de ter reduzido o custo do protótipo, auxiliou na qualidade final do cofre, cujo projeto foi discutido com responsável da empresa, de modo a facilitar a fabricação. No entanto, o custo final do cofre foi estimado em R\$ 500,00.

-Cola de contato: Para fixação dos lençóis de chumbo nas paredes internas do cofre maior, foi utilizada cola de contato num valor de R\$ 17,00;

-Perfil quadrado 20x20mm: Como a compra de perfis tem quantidade mínima fixada em uma barra de 6m, foi necessário adquirir material a mais. No total, foram gastos R\$ 27,00 na compra do tubo, que foi cortado em 10 pedaços de 600 mm, para facilitar o transporte. No entanto, estima-se que no carrinho foram utilizados R\$ 11,61 em tubos, ou 43% do custo da compra;

-Mão de obra: É extremamente difícil estimar a mão de obra para finalização do carrinho, já que a mesma foi feita pelo autor, ou mesmo por empresas em que este custo já estava incluído no preço final fornecido. Deste modo, o autor prefere manter este item em aberto, de modo a não alterar negativamente o custo final do projeto.

-Itens de acabamento: Para fins de acabamento foram adquiridos 1 m de tapete anti-derrapante em PVC para cobrir o chumbo do cofre maior, tinta em spray verde, para colorir as barras do mecanismo de abertura e tampinhas de plástico para as pontas dos perfis do mesmo mecanismo, além de um conjunto de mãos francesas e tábua de madeira, para inclusão da mesa requisitada pelo beneficiado. Nestes itens, totaliza-se um gasto de R\$ 113,00.

Assim, o total realmente gasto na construção do protótipo foi de **R\$ 1666,61**, abaixo do inicialmente estimado. Logicamente este custo está levando em conta o preço estimado do cofre maior, caso contrário o preço final pago seria drasticamente reduzido para o valor de R\$ 1166,61, que daria uma visão irreal do valor do protótipo. Lembrando logicamente que estes custos se referem a um protótipo. Caso o mesmo projeto fosse viabilizado de forma comercial, o custo se reduziria devido ao volume de obra-prima comprada.

A seguir, serão dados detalhes da fabricação do protótipo, e as dificuldades encontradas.

- Usinagem do Chumbo

Inicialmente foram gerados os desenhos de fabricação das placas de chumbo, os quais podem ser vistos no anexo deste documento. Durante o processo de fresamento das placas foram encontradas inúmeras dificuldades, principalmente devido à maleabilidade do material e seu baixo ponto de fusão. Dessa maneira a máquina teve de ser ajustada para uma rotação baixa, de aproximadamente 190 rpm, bem como a velocidade de avanço foi limitada, mas esta foi feita manualmente.

Mesmo assim, o processo mostrou-se difícil, pois o material continuava a emplastar, não quebrando o cavaco e deixando um acabamento ruim. Apenas após iniciar um resfriamento constante durante o processo utilizando água, e após isso, álcool hidratado, se obteve um melhor resultado.

- Montagem do cofre menor

Esta etapa da construção foi particularmente difícil, também em parte devido à maleabilidade do chumbo. Devido ao ajuste entre as placas, foi extremamente difícil encaixá-las sem que as placas sofressem amassados ou distorções. Diversas vezes foi preciso alinhar as placas novamente com o auxílio de uma superfície plana. Uma solução encontrada foi a de montar parcialmente as placas dentro da caixa maior de madeira, e após isso virar a caixa de ponta cabeça, o que auxiliava que os elementos se encaixassem de forma adequada, alinhando-se com a superfície da mesa onde estavam apoiados. No entanto, a dificuldade neste processo trouxe um efeito imprevisto. As furações para fixação da caixa no carro plataforma foram feitas com o intuito de fixá-la primeiramente, para só então montar as placas. Como isso demonstrou-se inviável, preferiu-se utilizar parafusos longos na fixação, de modo a possibilitar segurar os mesmo com um alicate para prender as porcas.

Como melhora, sugere-se a anexação de flanges para fixação na altura da base da caixa, em sua parede externa. Dessa forma, o problema da ordem de montagem seria eliminado.

É importante lembrar que a caixa menor foi construída com um ajuste deslizante ao chumbo, para viabilizar a montagem, caso contrário, a mesma seria impossibilitada, mesmo pelo ar que ficaria preso entre o elementos.

- Colagem do chumbo no cofre maior

O melhor método encontrado para este processo foi primeiramente, colar o tapete anti-derrapante nos lençóis de chumbo, já cortados no tamanho correto. Após isso, colar estes itens nas paredes internas do cofre.

Lembrando-se que pelo cofre tratar-se de um ambiente extremamente fechado, o uso de EPI foi extremamente recomendado e utilizado, principalmente máscara. Como sugestão, apenas a utilização de algum peso no fundo do cofre, após a colagem, para evitar a formação de bolhas.

- Montagem do mecanismo de abertura

Este demonstrou-se de grande simplicidade de ser montado. Após serem cortados os perfis nos tamanhos corretos e serem feitas as furações, restou apenas a soldagem da alavanca de ativação, que foi feita com o auxílio de um gabarito de madeira.

A seguir, é possível observar o resultado final do protótipo, depois de pronto.



Figura 8 - Protótipo pronto, com mecanismo de abertura em funcionamento

8. Agradecimentos

O autor agradece o auxílio do prof. Dr. Marcelo Massarani, orientador do projeto, bem como a ajuda de Marco Antônio de Carvalho, físico médico do Hospital do Câncer de Barretos, fornecendo dados importantes referentes às necessidades do protótipo.

9. Referências

- Dell, M. A. – Journal of Nuclear Medicine Technology, 1997
CNEN – Posição regulatória 3.01/003 – Coeficientes de dose para indivíduos ocupacionalmente expostos – 11/2005
Martin, A.; Harbison, Samuel A. – An Introduction to Radiation Protection. 1st edition, Chapman and Hall Ltd., London, 1972.
MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma Regulamentadora nº 17. Ergonomia; Portaria 3.214 de 8/6/78. Brasília, 1978
AMORIM NETO, M.G. Métodos diferentes de eliminação da insalubridade, determinação da força exercida pelo operário, e avaliação experimental da capacidade de resistência de estruturas simples. Rev. Saúde Pública, São Paulo, 1986

Gillespie, Thomas D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. Society of Automotive Engineers, Inc. Warrendale, 1992.

10. Direitos autorais

O autor é o único responsável pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

KART FOR TRANSPORTATION OF RADIOACTIVE IODIDE-131

Pedro Evanil Zanelatto e Silva
pedroevanil@gmail.com

Abstract. This report has as objective the exposition of the design and construction of a prototype of a shielded car for radioactive Iodide-131 transportation, used on the treatment of cancer patients at the Hospital do Câncer de Barretos, part of the Fundação Pio XII. The text is centered on the solution of the problem of intern transportation of the isotopes on the hospital, as also it contains the methods used while obtaining the solutions and the standards and theories necessary for the fabrication of the shielding, and the steps on the construction of the prototype

Keywords. Iodide-131, radiation ,shield cancer, lead.