

## **XXIV Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica – 11 a 15/09/2017 – Rio Grande – RS**

### **BLISTER MACHINE: PROJETO E FABRICAÇÃO DE CARTELAS DE COMPRIMIDOS**

**José Leandro Vila, Henrique Martins, Lucas Henrique Dias, Pedro Henrique Mattos, Pedro Paulo Almeida, Leonel Morales**

Centro Universitário do Distrito Federal - UDF  
SEP/SUL EQ704 / 904 Conj.A - Brasília / DF – Brasil - CEP 70390-045  
jl.vila@hotmail.com

**RESUMO:** Cartelas de comprimidos, os famosos blister packs são o meio mais popular e difundido de embalagem de remédios e pílulas na indústria devido ao seu baixo custo, facilidade de estocagem, excelentes características farmacêuticas e ainda possuem o trunfo de serem recicláveis. Esta pesquisa tem o objetivo de fabricar uma cartela de comprimidos, para tal foi confeccionado o protótipo de uma máquina, a *Blister Machine*, de modo que se produzissem cartelas de qualidade aceitável, para tal foram realizadas pesquisas com relação à métodos de conformação e materiais que seriam envolvidos nesses processos; o método utilizado foi a estampagem. A confecção da máquina foi realizada em sua completude nos laboratórios do Centro Universitário do Distrito Federal – UDF.

**Palavras-Chave:** Estampagem, Cartela de comprimidos, Reciclável

**ABSTRACT:** *Blister packs, are the most popular and widespread way of packing of medicine and pills in the industry due its low cost, ease of storage, excellent pharmaceutic characteristics and still have the trump card of being recyclable. The present paper has the objective of fabricating an acceptable quality blister pack, for this a prototype device was made, the Blister Machine, so that it produces acceptable quality blister packs, to do so researches were made around methods of conformation and materials to be involved in these processes; the chosen method was the stamping. The machine's manufacturing was entirely realized in the laboratories of Centro Universitário do Distrito Federal – UDF.*

**Keywords:** *Stamping, Blister packs, Recyclable*

### **INTRODUÇÃO**

Fármacos são utilizados desde 2100 a.C., evoluíram de substâncias de origem animal e ervas medicinais para os comprimidos conhecidos atualmente, esses que surgem por volta de 77 d.C. Com a evolução da indústria farmacêutica a produção dessas pílulas aumentou em tornos de quantidade e qualidade, tornando a demanda por uma maneira de estocá-los fundamental; na década de 1960 surgem as cartelas de comprimidos, os *blister packs*. De acordo com Pilchik (2000) o uso de embalagens blister na Europa é superior a 85%, enquanto nos Estados Unidos é de apenas 20%, a mesma cada vez mais se consolida no mercado à medida que indústria e os consumidores reconhecem suas vantagens. O *blister pack* é uma embalagem durável, de baixo custo, de fácil distribuição e à prova de violação. Esta é constituída essencialmente por dois elementos, sendo o primeiro um filme de material plástico, geralmente de policloreto de vinila (PVC), onde estão as bolhas, conhecidos como *blisters*, onde se ficam os comprimidos, resguardando-os contra o oxigênio, a umidade e impactos. O segundo, uma folha de alumínio laminado que cobre a bolha onde a pílula é alojada selando a cartela, contra o filme de material plástico vedando e assim protegendo os medicamentos até o seu devido uso.

O desenvolvimento da engenharia aliado da evolução da indústria farmacêutica e do aumento da demanda da população mundial por medicamentos, acabava por aumentar a competição no mercado. Segundo Papavasileiou *et al.* (2007), com as cartelas cada vez mais baratas e assim acessíveis a sociedade, é fundamental o desenvolvimento da eficiência e do controle de qualidade das mesmas. Para Canto (1997), uma cartela de comprimido, que tem a função de acondicionar, proteger, informar e atender requisitos de funcionalidade, a rigidez quanto aos aspectos de segurança intendendo assegurar a os efeitos dos remédios não se resume ao seu projeto e produção. Canto ainda rechaça a importância das embalagens seguirem os cuidados exigidos pelas determinações das *Current Good Manufacturing Practice - CGMP*. Seragini (1999) ressalta que o sucesso desse produto depende diretamente efetivação de fatores da produção das cartelas atendam aspectos como por exemplo: questões de logística, realização de determinadas legislações e assuntos relacionados a fatores ambientais com enfoque ao descarte.

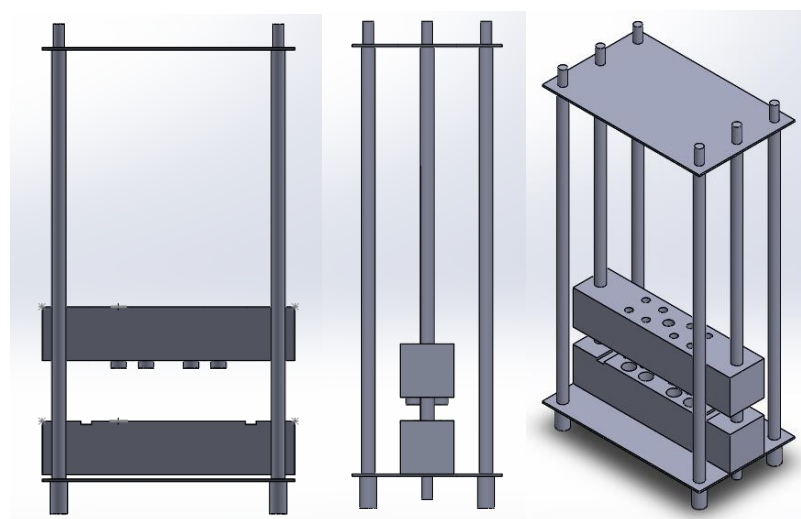
O presente trabalho tem como objetivo a fabricação de uma cartela de comprimidos através de uma máquina de blister, a qual também seria confeccionada. Dentro dos procedimentos requeridos para a fabricação de *blister packs*. Para a execução dos objetivos foi realizada uma revisão da literatura, o método de fabricação utilizado foi a estampagem a quente, que segundo Gorni (2011) foi realizada pela primeira vez pela empresa sueca *Plannja Hard Tech* em 1973, a qual conforme Chiaverini (1986) é uma técnica de modelagem simples onde o material a ser conformado é aquecido e então o punção entra em ação por extrusão direta modelando a peça de acordo com o molde da matriz e depois resfriado para que o material retenha a forma do molde, neste caso oferece elevada relevância em embalagens com pequenas espessuras, como é o caso das cartelas, segundo Zanatta & Pradella (2015).

## METODOLOGIA

O projeto de uma máquina é um empreendimento único, de duração determinada, organizado e que agrega e aplica recursos visando cumprir os objetivos preestabelecidos. Com o intuito de se atingir os objetivos iniciais foi antes de tudo realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema em questão para que fossem definidos os materiais mais adequados a serem utilizados no processo e qual seria o processo mais adequado para a fabricação de *blister packs*. Segundo Callister (2007) existem diversas maneiras de se conformar plástico, devido a esse processo garantir alta durabilidade, boas propriedades mecânicas e a facilidade de se encontrá-lo em forma sólida, foi escolhida a estampagem a quente para realizar a conformação e dar forma de cartela a uma folha de plástico. Segundo Karbasian & Tekkaya (2010) é necessário estudar as condições que estão sendo empregadas para adaptá-las de acordo com as características desejadas para o produto. Como material a ser estampado foi escolhido o policloreto de vinila (PVC), devido suas características de ser um material termoplástico, não tóxico, reciclável e que seria capaz de garantir a cartela proteção contra oxigênio, umidade e choques físicos. Para a estrutura da máquina foram escolhidos os materiais alumínio devido suas características térmicas e o aço AISI 1020 após verificar-se que os esforços de tração e deflexão gerados pela utilização da máquina seriam insuficientes para exceder o limite de escoamento desse material. Para os punções do aparelho para estampar foram utilizados parafusos allen cujas cabeças foram torneadas para que obtivessem superfície uniforme e com aspecto circular de modo a conformar as bolhas da cartela. A máquina, *Blister Machine*, foi inteiramente confeccionada nos laboratórios do Centro Universitário do Distrito Federal – UDF; para conformar as peças envolvidas foram necessários equipamentos como a cerra de fita horizontal, a fresadora e o torno mecânico.

### Fabricação da máquina

O primeiro passo foi determinar as dimensões da cartela a ser produzida, as dimensões da mesma foram pensados para atender e embalar comprimidos que já são produzidos na universidade, para tal as dimensões da cartela são 155x70 mm com as bolhas tendo 16 mm de diâmetro e 6 mm de profundidade. O projeto da máquina a ser confeccionada foi feito no software Solidworks e pode ser visto na Fig.(1).



**Figura 01.** Projeto da máquina, vistas frontal, de perfil e isométrica

Para que fosse iniciado o processo de produção foram classificados os componentes que seriam fabricados e os respectivos *inputs* de transformação aplicados, veja Tab.(1). A produção das peças começa pelos componentes mais complexos que demandam maior tempo de trabalho e maior precisão dimensional, sendo esses o molde e a matriz de fixação.

**Tabela 1.** Relação componentes versus recursos de transformação

Componentes	Recursos de transformação
Molde	Fresadora e cerra fita horizontal
Matriz de selagem	Fresa e cerra fita horizontal
Barras estruturais	Cerra fita horizontal e torno mecânico
Chapa estrutural	Fresadora
Chapa de fixação	Fresadora
Punções	Torno mecânico
Fabricação de roscas internas	Macho de rosca
Fabricação de roscas externas	Tarraxa



**Figura 2.** Cerra fita horizontal

O molde é fabricado em alumínio, de início se corta 230 mm de uma barra quadrada 50x50 mm de alumínio com a cerra de fita horizontal, ver Fig.(2). Em seguida são feitos dois furos de  $\frac{1}{2}$ " in de diâmetro para a passagem das barras estruturais, estes são realizados no centro de uma das faces com 15 mm de cada extremidade por meio da fresadora com rotação de 900 rpm. O terceiro passo é fazer os furos das bolhas no molde, estes possuem um diâmetro de 16 mm e 6 mm de profundidade, os furos são realizados na fresadora, ver Fig.(3), que permite maior precisão das medidas, com rotação de 800 rpm. O quarto passo é fazer o chanfro em todos os furos dos buracos no molde para reduzir o cisalhamento nas bolhas da cartela, para isso é utilizada uma broca de 18 mm de diâmetro com rotação de 800 rpm. O quinto passo é fazer um sulco retangular para a chapa de fixação com 3 mm de profundidade, feito com uma broca de 16 mm, este é feito na mesma superfície dos furos base das bolhas no molde, para isso é utilizada a fresadora com uma rotação de 1200 rpm. Terminados os passos é realizado um polimento na peça. A matriz é fabricada a partir de uma barra de alumínio de 230x50x50 mm de alumínio assim como utilizado para o molde. De início são feitos os dois furos para a passagem das barras estruturais da mesma maneira que foram feitos no molde. O segundo passo é fazer os furos para os punções, estes possuem um diâmetro de 9 mm e 25 mm de profundidade, os furos são realizados na fresadora com rotação de 1000 rpm. São feitos então furos de 9 mm de diâmetro e 15 mm de profundidade no centro das superfícies opostas às superfícies dos punções, a furação é feita por meio da fresadora com rotação de 1000 rpm.



**Figura 3.** Fresadora

As barras estruturais, seis no total, são feitas a partir de barras de aço AISI 1020, possuem diâmetro de  $\frac{1}{2}$ " in e 450 mm de comprimento. É realizado o faceamento de ambas as extremidades de todas as barras, em seguida um filete de 1,65 mm e distantes 24 mm das extremidades de cada barra, esse processo é feito por meio de um torno mecânico, ver Fig.(4) com uma rotação de 1000 rpm.



**Figura 4.** Torno mecânico

As chapas estruturais são fabricadas a partir de chapas retangulares de 230x170 mm, e 2,250 mm de espessura de aço AISI 1020. O primeiro passo é furar as chapas para fixar as barras estruturais, os furos possuem 10 mm de diâmetro, a furação é realizada na fresadora com rotação de 1000 rpm. Em uma das chapas é feito um furo no centro com 10 mm de diâmetro para fixação do cilindro pneumático, realizado da mesma forma dos outros.

Os punções são fabricados a partir de parafusos M10 x 1,75, com sextavado interno e comprimento de 25 mm. O primeiro passo é usinar a cabeça dos parafusos para 14 mm de diâmetro e 7 mm de comprimento, esse procedimento é realizado para os oito punções através do torno mecânico com uma rotação de 1200 rpm. Voltando no molde, são feitas roscas internas, para que se encaixe os punções, por meio de machos de rosca, foram utilizados o M10 x 1,75 e o M6 x 1. A fabricação de roscas externas é feita por taraxas, foi utilizada a M10 x 1,75.

A chapa de fixação é fabricada a partir de uma chapa retangular de 160 mm x 120 mm, e 2,250 mm de espessura de aço AISI 1020. O primeiro passo é realizar o corte do retângulo interior, o corte é feito por meio da fresadora com rotação de 1200 rpm. O segundo passo é furar os encaixes das molas de tração, o diâmetro dos furos é de 8 mm, o furo é feito na fresadora com injeção de fluido refrigerante e rotação de 1000 rpm.

Após fabricadas as peças, a máquina está pronta para ser montada. Além dos componentes fabricados foram utilizados dezoito porcas M10 x 1,75, duas molas de tração, quatro parafusos M6 x 1 e um parafuso M8 x 1,25. Ainda foram utilizados um cilindro de redução e um circuito pneumático constituído por uma válvula reguladora de pressão com monômetro embutido, mangueira e uma botoeira normalmente fechada. A máquina Blister Machine pode ser vista na Fig.(05).



**Figura 5.** Blister Machine montada, vistas frontal, de perfil e isométrica

### Fabricação da cartela

O processo de conformação utilizado foi a estampagem, para tal foi confeccionada a *Blister Machine*. A fabricação das cartelas se dá a partir de uma lâmina de policloreto de vinila (PVC) que é posicionada na base do molde do aparelho, e então presa pela chapa de fixação que é travada por uma mola de tração que pressiona a lâmina contra o molde. Em seguida se utiliza de um soprador térmico para esquentar o plástico a ponto do mesmo entrar na zona vítrea para que possa ser estampado na forma do molde produzido, que é quando os planos cristalográficos de escorregamento das discordâncias são ativados, fazendo assim com que a migração das moléculas seja facilitada, formando segundo Callister (2007) uma estrutura com ligações cruzadas ou em rede, de acordo com Gorni (2011) isso na prática representa

um amaciamento e um ganho na ductibilidade da peça que está sendo fabricada, aumentando a estampabilidade do material sendo utilizado, o que é altamente desejável no processo de estampagem. O aquecimento se dá de forma rápida, desse modo os melhores resultados foram obtidos ao aquecer o plástico por 9 segundos. Por fim, aciona-se o circuito pneumático que faz com que os punções desçam e estampem a cartela, o circuito permanece acionado por 10 segundos para que então a cartela esfrie e tome a forma do molde; como os punções estão enroscados numa barra plana e homogênea quando descem provocam o contato direto das duas superfícies planas, da matriz e do molde, esta ação resolve os problemas de planicidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto da máquina de *blister packs* foi confeccionado com a assistência de estudos e pesquisas na área, com o auxílio dessas foi estabelecido o método e os materiais a serem empregados. Ao final da confecção do protótipo da estampadora de fabricar cartelas de comprimidos, a *Blister Machine*, mostrada em Fig.(05), o resultado foi um equipamento que era capaz de fabricar cartelas de comprimidos com dimensões precisas e propriedades uniformes. O custo total da máquina foi estimado em cerca de 450 reais, já o preço por cartela produzida em cerca de 9,60 reais.

Um fator que demandou ampla pesquisa foi o material que seria utilizado como lâmina para ser conformada e então tomar a forma da cartela. O polímero selecionado foi um material de tradição na indústria farmacêutica, termoplástico e que é reciclável, esse material foi o policloreto de vinila (PVC). Entretanto também foram realizados testes com outros plásticos como por exemplo de garrafas PET, ver Fig.(06), de diferentes marcas distintas, os quais puderam ser levemente conformados porém apresentaram alto grau de encruamento e rigidez excessiva prejudicando a qualidade das cartelas fabricadas. Segundo Pilchik (2000), a utilização de PVC ao invés de plástico PET pode reduzir em até 38% do valor final da cartela. Ainda foram realizados testes com cartas baralho de plástico, o qual os autores não conhecem o tipo de plástico utilizado porém obteve-se sucesso com esse material na etapa de estampagem apesar de não obtidos níveis de qualidade satisfatórios devido ao encruamento da lâmina, mostrada na Fig.(7).



**Figura 6.** Estampagem PET

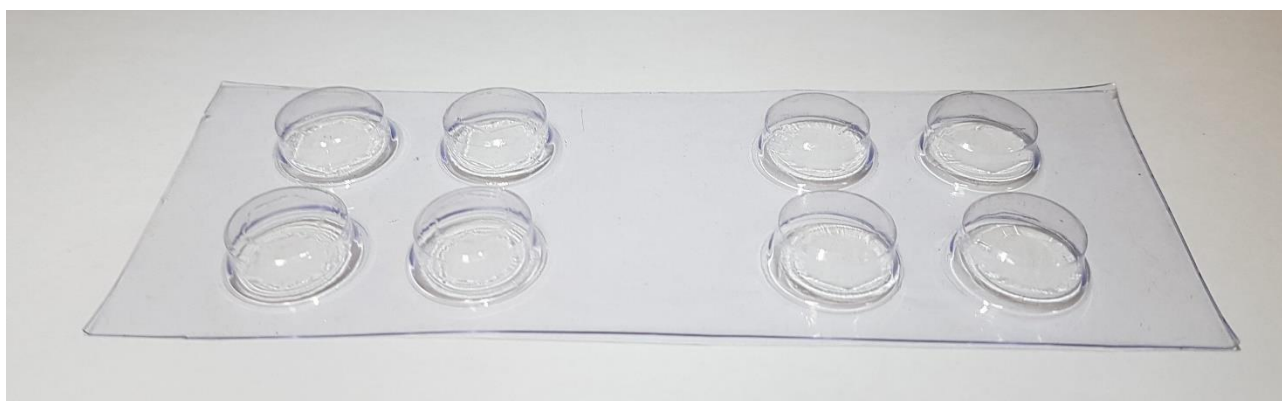


**Figura 7.** Estampagem carta de baralho

Após as pesquisas foi encontrado o material que seria adequado para o projeto, um filme de PVC com 0.3mm de espessura, segundo INNOVA o intervalo de espessuras de trabalho para a termoformagem por extrusão direta se restringe a 2.5 mm. As primeiras tentativas de aquecer fizeram o material contrair e obteve-se uma rugosidade indesejada, com a evolução da máquina visando solucionar esses problemas obteve-se um produto de baixa rugosidade, dimensões e propriedades mecânicas uniformes. Contudo as bolhas da cartela apresentam leves marcas do tipo de cabeça de parafuso allen, devido ao fato dos punções utilizados serem adaptações de parafusos M10 x 1,75 com a intenção de se baratear os custos. A carcaça do blister pack está exibido nas Figs.(8,9).



**Figura 8.** Vista lateral da cartela



**Figura 9.** Vista frontal da cartela

O projeto inicial da máquina de *blister packs* foi modificado diversas vezes, após estudos e várias pesquisas na área, foram definidos o método e os materiais a serem empregados. A máquina levou, para a produção de uma cartela, cerca de um minuto para que atingisse o estado final, considerando todo o processo de corte de um pedaço de PVC do rolo, o de inserção na máquina, o aquecimento, a estampagem e por fim a retirada do produto, o *blister pack*, do equipamento. Para nível de comparação com máquinas mais modernas, como demonstrado por Pilchik (2000), essas podem produzir em média cerca de 800 cartelas por minuto, porém essas possuem custos elevados podendo chegar a 35 vezes o valor do protótipo produzido pelos autores. As cartelas fabricadas comportam oito comprimidos de 12 mm de diâmetro com espessura de 3 mm, os quais atendem as demandas dos comprimidos produzidos na universidade; as dimensões da cartela são 155x70 mm com bolhas tendo 16 mm de diâmetro e 6 mm de profundidade.

## CONCLUSÃO

Após tentativas e adaptações no projeto, foi confeccionado um protótipo de uma prensa estampadora para a produção de cartelas de comprimidos a qual atingiu o objetivo de se reproduzir o processo de estampagem para a fabricação de cartelas de remédio. O custo da máquina foi estimado em cerca de 570 reais, já o preço unitário das cartelas produzidas em 12 reais. Contudo não foi possível realizar com sucesso a etapa de selagem da cartela, a qual apresentava baixa qualidade, por problemas com o material escolhido para selar a cartela e o material utilizado na chapa seladora. Para aperfeiçoar a máquina seria interessante uma pesquisa mais aprofundada com relação ao tipo de material mais adequado para ser utilizado na selagem de cartelas e a implementação de uma bomba de vácuo com o intuito do mecanismo ter um ganho em eficiência e qualidade nos *blister packs* fabricados. O estudo sobre o processo de *coldforming* também pode se mostrar valoroso para a produção de cartelas, pois o mesmo trabalha com pressão negativa sem contato mecânico direto com a peça conformada para evitar contaminação da mesma. A escolha do policloreto de vinila (PVC) como matéria prima para a cartela, o qual é um material termoplástico que pode ser facilmente reciclado insere os *blister packs* fabricados como produtos biosustentáveis. Adicionando futuramente aperfeiçoamentos à máquina, o custo de cada cartela poderia ser diminuído e a mesma poderia vir a se mostrar útil para atender fins da área da saúde em si, e não se limitar apenas aos estudos e visualização do processo de conformação por estampagem.



**XXIV CREEM**  
Congresso Nacional de Estudantes  
de Engenharia Mecânica



**Universidade Federal  
do Rio Grande**



**INSTITUTO FEDERAL**  
RIO GRANDE DO SUL  
Campus Rio Grande

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Centro Universitário do Distrito Federal – UDF, e a todos da equipe de técnicos dos laboratórios da UDF, em especial ao estagiário de engenharia mecânica Felipe Torres Falleiros por ter ajudado na confecção da máquina em diversas etapas e ter sido sempre solícito, prestativo, competente e eficiente.

## REFERÊNCIAS

- Callister, W. D., 2007, “Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução”, Ed. LTC, Rio de Janeiro, Brasil, 7ed.
- Canto, A.P., 1997, “A Razão de Ser do Cgmp/bpf”, Ed. SPQ Ass. e Com., Campinas, Brasil, 3ed.
- Chiaverini, V., 1986, “Tecnologia Mecânica: Processos de Fabricação e Tratamento”, Ed. Mcraw-Hill, São Paulo, Brasil, 2ed.
- Gorni, A.A., 2011, “Novas Tendências no Processo de Estampagem a Quente”, 6º Congresso de Corte e Conformação de Metais, Aranda Eventos, São Paulo, Brasil.
- INNOVA, Manual de Termoformagem. VideoLar INNOVA. 08 august 2017  
<[www.innova.com.br/arquivos/documentos/relatorio/artigo/56785cf7701ed.pdf](http://www.innova.com.br/arquivos/documentos/relatorio/artigo/56785cf7701ed.pdf)>.
- Karbasian, H., Tekkaya, A.E., 2010, “A Review on Hot Stamping”, Journal of Materials Processing Technology, Vol.210 (2010), pp.2103–2118.
- Norton, R. L., 2013, “Projeto de Máquina Uma Abordagem Integrada”, Ed. Bookman, Porto Alegre, Brasil, 4ed.
- Papavasileiou, V., Koulouris, A., Siletti, C., Petrides, D., 2007, “Optimize Manufacturing of Pharmaceutical Products with Process Simulation and Production Scheduling Tools”. Chemical Engineering Research and Design, v.85, n.7, New Jersey, United States, p.1086-1097.
- Pilchik, R., November 2000. Pharmaceutical Blister Packaging, Part I Rationale and Materials, Part II Machinery and Assembly. Pharma portal. 08 august 2017 <[www.pharmanet.com.br/pdf/blister.pdf](http://www.pharmanet.com.br/pdf/blister.pdf)>.
- Seragini, L., 1999, Visão Empresarial do Mercado de Embalagens. Workshop I Gerenciando Projetos Eficientes no Desenvolvimento de Embalagens: Empresa, Agência e Fornecedores. São Paulo, Brasil.
- Zanatta, T. e Pradella, M., 2015, “Estudo do Processo de Estampagem Incremental de Polímeros para Design de Embalagens”, Salão UFRGS 2015: SIC - XXVII Salão de iniciação científica da UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.