

Artigo Original

Instrumento de avaliação prática empírica de materiais termoplásticos para órteses¹

Empirical practical evaluation instrument for thermoplastic materials for orthoses

Luciana Bolzan Agnelli Martinez^a , Rodrigo Andrade Martinez^b ,
José Augusto Marcondes Agnelli^a , Valéria Meireles Carril Elui^c 

^a Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, SP, Brasil.

^b Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, SP, Brasil.

^c Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Como citar: Agnelli Martinez, L. B., Martinez, R. A., Agnelli, J. A. M., & Elui, V. M. C. (2023).

Instrumento de avaliação prática empírica de materiais termoplásticos para órteses. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 31, e3544. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAO271735441>

Resumo

Introdução: Após o advento dos termoplásticos de baixa temperatura, sua prevalência na confecção de órteses para membros superiores é identificada por vários autores. A compreensão de suas propriedades, por parte do terapeuta ocupacional e de outros profissionais que atuam na área, é importante no processo de seleção do termoplástico, que segue uma lógica para combinar as características do material à função desejável para cada órtese. **Objetivos:** Sistematizar as características dos termoplásticos de baixa temperatura e, a partir disso, elaborar um instrumento para realizar testes práticos empíricos com os materiais a fim de estabelecer critérios para o seu manuseio e avaliação.

Método: Pesquisa de caráter exploratório, constituindo a criação de procedimentos de teste e, conseqüentemente, a elaboração de um instrumento de avaliação de abordagem qualitativa e que valoriza a experiência prática do profissional, que manipula o material e avalia cada requisito. **Resultados:** O instrumento criado contempla 14 características do material, acompanhadas de uma definição, um procedimento com recomendações para o teste prático e um campo destinado ao preenchimento das alternativas de resposta.

Conclusão: O instrumento considera características importantes a serem verificadas durante a avaliação dos materiais e poderá direcionar o olhar e os registros do profissional, auxiliando o nas decisões clínicas. Isso será importante para melhorar a qualidade das órteses e de outros dispositivos de Tecnologia Assistiva confeccionados com esse grupo de materiais. Além disso, a sistematização da avaliação prática dos materiais termoplásticos poderá auxiliar no desenvolvimento de estudos da área da saúde e de pesquisas envolvendo materiais para órteses.

¹ O material é parte da tese apresentada pela autora principal como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciências, pelo Programa de Pós-graduação Interunidades em Bioengenharia – PPGIB (EESC/FMRP/IQSC) da Universidade de São Paulo (USP).

Recebido em Mar. 14, 2023; 1ª Revisão em Mar. 17, 2023; 2ª Revisão em Abr. 28, 2023; Aceito em Jul. 10, 2023.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Palavras-chave: Terapia Ocupacional, Aparelhos Ortopédicos, Polímeros, Mecânica, Teste de Materiais.

Abstract

Introduction: After the advent of low-temperature thermoplastics, their prevalence in the manufacture of orthoses for upper limbs has been identified by several authors. The understanding of their properties by occupational therapists and other professionals working in this field is important in the process of selecting the thermoplastic, which follows a logic to match the material's characteristics to the desired function for each orthosis. **Objectives:** Systematize the characteristics of low-temperature thermoplastics and, from that, develop an instrument for carrying out practical empirical tests with the materials, to establish criteria for their handling and evaluation. **Method:** Exploratory study consisting of the creation of testing procedures and, consequently, the development of a qualitative assessment instrument that values the practical experience of the professional who handles the material and evaluates each requirement. **Results:** The created instrument includes 14 material characteristics, accompanied by a definition, a procedure with recommendations for the practical testing, and a field for filling in response alternatives. **Conclusions:** The instrument considers important characteristics to be verified during the evaluation of materials and can direct the professional's observations and records, aiding in clinical decision-making. This will be important to improve the quality of orthoses and other assistive technology devices made with these thermoplastics. In addition, the systematization of the practical evaluation of thermoplastic materials can assist in the development of health studies and research involving materials for orthoses.

Keywords: Occupational Therapy, Orthotic Devices, Polymers, Mechanics, Materials Testing.

Introdução

As órteses fazem parte de uma gama de recursos que podem ser usados na terapia ocupacional para fins terapêuticos ou assistivos, comumente aplicados em conjunto com outras estratégias para melhorar o desempenho ocupacional, direta ou indiretamente. Existe uma grande variedade de órteses que podem ser categorizadas de acordo com diferentes critérios: localização anatômica, funcionalidade e indicação terapêutica, manufatura e sistema de confecção, bem como componentes estruturais, incluindo materiais diversificados (Agnelli Martinez, 2018).

Materiais poliméricos têm sido utilizados com frequência no mercado ortopédico desde os anos 1970 e 80, pois são leves, flexíveis, apresentam boa resistência à corrosão e são constituídos por macromoléculas orgânicas, sintéticas ou naturais (Maitz, 2015; Mano, 1991; Ramakrishna et al., 2001). Dentre esses materiais, os termoplásticos têm sido os mais utilizados, uma vez que, segundo a definição, deformam-se quando aquecidos e endurecem quando resfriados, podendo ser moldados e remodelados quando aquecidos (Canevarolo, 2019; Malick, 1978; Meng et al., 2008).

Após o advento dos termoplásticos de baixa temperatura, que apresentam temperatura de trabalho na faixa de 45-70 °C e podem ser aplicados diretamente ao corpo, sua prevalência na confecção de órteses para membros superiores é identificada

em várias pesquisas nacionais e internacionais (Agnelli & Toyoda, 2003; Agnelli Martinez, 2018; Almeida et al., 2016; Fess, 2011; Mckee & Morgan, 1998; Mckee & Rivard, 2011; Meng et al., 2008; Silva, 2001, 2014). Em pesquisas realizadas no Brasil, cujas amostragens eram compostas por profissionais atuantes na confecção de órteses para membros superiores, 90,9% dos participantes mencionaram o uso de termoplásticos de baixa temperatura no estudo de Agnelli & Toyoda (2003), 83% dos participantes da pesquisa conduzida por Silva (2014), 83% no trabalho de Almeida et al. (2016) e 100% dos profissionais que participaram do estudo de Agnelli Martinez (2018). Esses materiais apresentam potencial para a fabricação de órteses sob medida, favorecendo contornos anatômicos e permitindo a individualização do aparelho a uma necessidade específica, simplificando também o processo de confecção.

Além das órteses, esses materiais são recomendados para a confecção de outros dispositivos de tecnologia assistiva, tais como substituidores de preensão para as Atividades de Vida Diária (AVDs), adaptações para materiais escolares, ponteiras para o uso do computador, entre outros recursos com a finalidade de otimizar a função, podendo ser associados a algum tipo de órtese, se necessário (Agnelli & Toyoda, 2003; Fess, 2002; Orfit Industries, 2023; Souza, 2014).

Independentemente da aplicação, sempre que for possível, o terapeuta ocupacional deve projetar dispositivos individualizados que atendam às necessidades biológicas e ocupacionais, através de uma abordagem centrada no cliente que considere atributos físicos, cognitivos e afetivos de acordo com o contexto (Mckee & Rivard, 2011). Alguns autores afirmam que a prescrição e a confecção de órteses compõem um processo complexo que envolve variáveis determinantes para a saúde e qualidade de vida das pessoas (Assumpção, 2006; Callinan, 2013; Gradim & Paiva, 2018), assim como habilidades em análise de atividade e conhecimento em áreas distintas, incluindo anatomia, fisiologia, biomecânica, materiais ortopédicos, princípios mecânicos, técnicas de fabricação, avaliação física com aplicação de forças corretivas e provas musculares (Macdonald et al., 2004; Mckee & Morgan, 1998; Mckee & Rivard, 2011).

Segundo Fess (2011), faz-se necessária uma compreensão das condições da mão e dos objetivos realistas esperados, a fim de otimizar as características e possibilidades que os diferentes materiais oferecem. A compreensão de suas propriedades físicas e mecânicas melhora o processo de seleção do material a ser utilizado – fator fundamental na rotina do profissional que busca combinar as características do material à função desejável para cada órtese (Canelón, 1995; Fess, 2011; Van Petten et al., 2014). Para isso, é importante conhecer bem algumas características, como conformabilidade, aderência, memória, rigidez, resistência ao estiramento, acabamento superficial, durabilidade, condições de higiene, conforto ao usuário e custo (Lindemayer, 2004; Mckee & Rivard, 2011; Sauron, 2003). Também precisam ser considerados a temperatura específica de trabalho e os tempos de aquecimento e resfriamento (Meng et al., 2008).

De acordo com Lindemayer (2004), algumas estratégias podem ser adotadas para tornar essa avaliação objetiva, e outros métodos podem ser associados, como por exemplo, a realização de ensaios para verificar as propriedades dos materiais. De acordo com Garcia et al. (2000), os ensaios de materiais são importantes pois permitem desenvolver novas informações sobre eles e criar e/ou modificar processos de fabricação e tratamentos. Existem estudos nacionais envolvendo materiais termomoldáveis que apresentam análises de laboratório diversificadas e normatizadas, satisfatórias para avaliar

algumas propriedades desses materiais (Danckwardt, 2016; Leite, 2007; Lindemayer, 2004; Ramos, 2017; Rodrigues, 2007; Silva, 2001, 2014; Souza, 2014). No entanto, não foram encontrados ensaios ou instrumentos de avaliação que auxiliem os profissionais a avaliarem esses materiais na prática clínica, em relação às características específicas para a aplicação em órteses, para que possam verificar exatamente o que se espera de um material para essa finalidade. Há trabalhos que descrevem iniciativas dessa padronização, tais como os ensaios criados por Breger-Lee & Buford Junior (1992) para avaliar diferentes materiais termoplásticos de baixa temperatura disponíveis comercialmente na época quanto à moldabilidade, durabilidade e rigidez. Outro estudo, conduzido por Souza (2014), caracterizou um material polimérico à base de óleo vegetal desenvolvido por Leite (2007) e o comparou a alguns termoplásticos do mercado adotando alguns procedimentos para verificar a moldabilidade, comparando vantagens e desvantagens de diferentes materiais. Souza (2014) elaborou ainda mais dois ensaios: um “ensaio de temperatura de contato com a pele humana”, para verificar qual é a faixa de temperatura segura e confortável para o indivíduo durante a moldagem de órteses, e um “ensaio de resfriamento”, no qual monitorou a velocidade de sua perda de calor a fim de determinar o tempo necessário para que ele retorne à temperatura ambiente.

Outras pesquisas desenvolveram testes práticos para a verificação das dificuldades durante a moldagem das órteses, e alguns deles envolvem a percepção de quem os manipula. Lindemayer (2004) apresentou dois testes qualitativos envolvendo o manuseio dos materiais: um teste de alongamento e um teste de memória. Essa pesquisadora encontrou resultados interessantes, relacionando, por exemplo, a capacidade do material retornar ao seu estado original à quantidade de borracha presente em sua composição. Souza (2014) caracterizou o material polimérico à base de óleo vegetal desenvolvido por Leite (2007) e o comparou com alguns materiais termoplásticos do mercado. Para isso, desenvolveu procedimentos empíricos e comparativos a fim de padronizar e avaliar o tempo de imersão na água, a memória e a temperatura de contato com a pele humana e a faixa de temperatura segura e confortável para o indivíduo durante a moldagem de órteses. Outro estudo, conduzido por Francisco (2004), avaliou três órteses para o punho confeccionadas em três materiais alternativos. Embora não tenha utilizado materiais termoplásticos de baixa temperatura, essa autora propôs testes práticos empíricos em relação a 10 características dos materiais avaliados, considerados essenciais para o bom desempenho e confecção de uma órtese.

Apesar dos avanços envolvendo os materiais e do desenvolvimento de experimentos padronizados, especialmente os de laboratório, os materiais para órteses de membros superiores não são comumente avaliados de forma objetiva pelos profissionais da área da saúde, mas a partir das facilidades e dificuldades durante o manuseio, de forma subjetiva (Francisco, 2004; Lindemayer, 2004; Souza, 2014), sendo necessário existir consistência na maneira de avaliar, testar e experimentar os termoplásticos de baixa temperatura, bem como interpretar os resultados.

Existem muitos estudos abordando as órteses; porém, a maior parte deles discute a eficácia dos dispositivos junto a componentes de desempenho ocupacional, tais como força, amplitude de movimento articular e destreza, ou ainda a funcionalidade e aplicação do recurso em diferentes situações. Poucos trabalhos são destinados especificamente para avaliar, definir e testar as propriedades dos materiais utilizados para essa aplicação (Agnelli Martinez, 2018).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi sistematizar as características dos termoplásticos utilizados na confecção de órteses e, a partir disso, elaborar um instrumento para a realização de testes práticos empíricos com esses materiais a fim de estabelecer critérios para o seu manuseio e avaliação por parte dos profissionais que atuam na confecção de órteses.

Metodologia

Pesquisa exploratória que consiste na elaboração de critérios e procedimentos de teste para materiais termoplásticos para órteses e, conseqüentemente, na criação de um instrumento de avaliação para essa aplicação. O caminho metodológico aqui percorrido buscou, portanto, desenvolver algo que ainda não existe e possibilitar melhorias no processo de avaliação de um determinado grupo de materiais.

Procedimentos para o planejamento do instrumento

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura acerca dos materiais termoplásticos de baixa temperatura utilizados para a confecção de órteses, bem como dos instrumentos e estratégias usadas para sua avaliação e dos ensaios existentes para o teste de suas propriedades. A partir do que se considera importante na literatura específica da área – conforme relatado na fundamentação teórica, foram realizadas reuniões entre a equipe de terapia ocupacional e pesquisadores da engenharia de materiais para trocar experiências em relação às propriedades desse grupo de materiais e determinar e selecionar as características mais relevantes para essa aplicação clínica. Esses procedimentos iniciais compuseram a primeira etapa na construção do instrumento, que corresponde, segundo Coluci et al. (2015), ao estabelecimento da estrutura conceitual e à definição dos objetivos e público-alvo.

Dessa forma, o instrumento é destinado a terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas e outros profissionais que utilizam materiais termoplásticos de baixa temperatura na confecção de órteses e que atuam nessa área, com o objetivo de se estabelecer critérios e procedimentos de teste para esses materiais. Cada item do instrumento, portanto, diz respeito a uma característica/propriedade a ser verificada durante o manuseio do material, mas levando em conta as especificidades necessárias para sua aplicação na confecção de órteses.

O instrumento estabelece uma linguagem própria, padroniza a definição de cada característica dos materiais e busca sistematizar o registro das informações. No entanto, valoriza a experiência prática do profissional e mantém a subjetividade durante a avaliação. Dessa forma, optou-se por uma abordagem qualitativa, mantendo a percepção do profissional que manipula o material e que irá julgar seu comportamento para cada requisito previamente estabelecido pelo instrumento.

Criação e formato do instrumento

A etapa seguinte foi a construção e organização dos itens e das escalas de resposta, visando a estruturação do instrumento (Coluci et al., 2015), que foi organizado sob a forma de um roteiro ou *checklist* e denominado “Instrumento de Avaliação Prática Empírica de Materiais Termoplásticos para Órteses”.

Foram determinados 14 itens, correspondentes às características a serem testadas e observadas nos materiais, a saber: Facilidade para cortar o material resfriado; facilidade para cortar o material aquecido; temperatura de trabalho; tempo de trabalho; moldabilidade; memória; facilidade de acabamento; autoaderência; suscetibilidade a impressões digitais; conforto ao toque após moldagem; rigidez; estética; peso; fixação de velcros. Todos os itens foram determinados a partir do que a literatura nacional e internacional da área de reabilitação menciona e/ou descreve como aspectos e propriedades relevantes nos materiais termoplásticos para órteses (Agnelli & Toyoda, 2003; Agnelli Martinez, 2018; Assumpção, 2006; Breger-Lee & Buford Junior, 1992; Callinan, 2013; Canelón, 1995; Ferrigno, 2007; Fess, 2011; Francisco, 2004; Leite, 2007; Lindemayer, 2004; Macdonald et al., 2004; Malick, 1978; Martinez et al., 2022; Mckee & Rivard, 2011; Meng et al., 2008; Sauron, 2003; Silva, 2014; Souza, 2014) de forma associada à literatura da engenharia de materiais no que diz respeito às propriedades térmicas e mecânicas dos materiais poliméricos (Canevarolo, 2019; Nunes & Lopes, 2014).

O instrumento elaborado propõe uma interpretação e uma descrição para cada propriedade eleita, a fim de oferecer um parâmetro conceitual e estabelecer uma linha de raciocínio a ser seguida durante a avaliação de um material. Dessa forma, cada uma das características/propriedades que compõe o instrumento apresenta uma definição (quando aplicável), seguida de recomendações de procedimento(s) para o teste do material. Essa explicação presente em cada item foi planejada para traduzir termos específicos da engenharia, relativos às propriedades dos materiais, em uma linguagem acessível a profissionais de outras áreas, incluindo os profissionais da saúde e reabilitação. Houve a intenção de facilitar a compreensão por parte do avaliador acerca das características dos materiais, e propõe-se critérios para se verificar cada uma delas, instruindo o avaliador sobre como manuseá-los e o que verificar em cada item.

Após a definição e as “instruções” para o teste, cada item apresenta um campo destinado ao preenchimento, onde há opções de resposta a serem assinaladas a partir do comportamento do material testado. Em vários itens, correspondentes às características a serem avaliadas, não foi possível estabelecer uma linearidade nas alternativas de resposta, sendo adotadas de três a seis alternativas para cada item. Apesar de haver uma graduação das alternativas de resposta, o que facilita o preenchimento por parte do profissional, houve variação e diferenças entre os itens. Desse modo, o instrumento não propõe a conversão dos dados coletados para uma escala numérica, e algumas opções de resposta são descritivas quanto às facilidades e dificuldades verificadas no manuseio realizado com o termoplástico de baixa temperatura.

Além disso, uma escala numérica poderia comprometer a interpretação dos resultados, considerando-se que mais de uma alternativa por questão pode estar adequada ou correta, a depender da aplicação desejada para o material, ou seja, as informações descritas em uma alternativa de resposta podem ser contraindicadas para uma determinada situação (a depender, por exemplo, do modelo de órtese, público-alvo, aspectos clínicos etc.) e adequadas para uma outra demanda. Dessa forma, não seria recomendado eleger uma das opções para se atribuir um peso ou uma pontuação mais alta.

Mesmo tratando-se de testes práticos e, apesar de não gerarem dados numéricos, buscou-se sistematizar a avaliação e o registro em relação aos materiais, dando objetividade às percepções empíricas. Após cada item, o profissional que estiver conduzindo a avaliação do material poderá descrever suas impressões pessoais quando

achar necessário, complementando sua resposta em espaços destinados para isso no formulário. O avaliador também poderá registrar dados qualitativos que julgar necessários para relacionar a característica do material às demandas de sua prática clínica, como por exemplo, em relação ao público-alvo ou informações sobre outros materiais, o que poderá auxiliar a tomada de decisões e condutas terapêuticas.

Para consolidar o processo de elaboração, o instrumento foi testado pelos pesquisadores e aplicado em 20 diferentes materiais termoplásticos de baixa temperatura, sendo realizados ajustes na escrita, especialmente nas alternativas de resposta, visando a obtenção da versão final aqui apresentada, disponível no Material Suplementar. Para que o instrumento seja mais confiável, sugere-se a realização de etapas futuras para validade de conteúdo e avaliação das propriedades psicométricas, conforme os passos descritos por Coluci et al. (2015).

Resultados

O presente trabalho apresenta relevância social, uma vez que pode impactar e trazer melhorias para as intervenções envolvendo as órteses para membros superiores e os outros recursos de tecnologia assistiva confeccionados com materiais termoplásticos de baixa temperatura. Além disso, os resultados obtidos envolvem inovação, visto que foram desenvolvidos critérios e procedimentos de teste prático empírico para os materiais atualmente mais utilizados na confecção de órteses para membros superiores. O instrumento de avaliação criado é composto por testes práticos empíricos de materiais termoplásticos para órteses e pode auxiliar o processo de avaliação e condutas na prática clínica, além de facilitar a comunicação entre profissionais e pesquisadores, ao estabelecer critérios e recomendar uma terminologia própria.

O instrumento propõe campos específicos, no início do “Formulário de Aplicação” (apresentado no final do artigo), para a data da avaliação e dados relativos ao material que está sendo avaliado: nome comercial (se houver), marca/fabricante, data de fabricação, data de validade, espessura (em milímetros), apresentação/formato do material (entre as opções: placa lisa ou perfurada, grânulos ou faixa) e um campo para o preenchimento de “outras especificações”, se houver. Uma informação que também está prevista é o “tempo de prateleira”, que corresponde à diferença entre a data de fabricação e a data da avaliação, ou seja, o período (em meses) que o produto ficou armazenado desde a fabricação até a data de uso/avaliação. O formulário apresenta, ainda, campos destinados para registrar se há controle da temperatura do ambiente (climatização) e da água na qual o material será aquecido (se houver controle, em ambos os casos há um campo destinado para o preenchimento da temperatura, em graus).

As características selecionadas para compor a ferramenta de avaliação estão dispostas e enumeradas a seguir, juntamente com as definições e/ou recomendações específicas sobre como avaliar cada item (procedimentos de teste), bem como o raciocínio seguido para se estabelecer as alternativas de resposta a serem assinaladas após o teste de um determinado material.

1 - Facilidade para cortar o material resfriado: “Utilizar uma tesoura multiuso para materiais rígidos, do tipo alicate. Preferencialmente, deve-se utilizar a tesoura que é usada habitualmente para cortar uma placa de material termoplástico antes do seu aquecimento”. Para este item, foram determinadas seis alternativas graduadas de resposta que variam de “*Extremamente fácil*” a “*Não é possível cortar o material resfriado com a tesoura multiuso*”.

- 2 - Facilidade para cortar o material aquecido:** “Cortar o material depois de aquecê-lo, enquanto ainda estiver moldável, utilizando uma tesoura bem afiada. Utilizar preferencialmente uma tesoura que seja reservada apenas para materiais termoplásticos”. Seguindo o mesmo raciocínio do item anterior, foram estabelecidas seis alternativas graduadas de resposta, de “*Extremamente fácil*” a “*Não é possível cortar o material aquecido com a tesoura*”.
- 3 – Percepção térmica:** “Testar o material aquecido sobre a pele e avaliar a sensação térmica que ele proporciona enquanto ainda estiver no ponto de moldagem”. Para este item, foram determinadas quatro alternativas de resposta, na seguinte sequência: “*Sensação agradável*”; “*Quente*”, “*Muito quente*” e “*Intolerável*”.
- 4 - Tempo de trabalho:** “Verificar o tempo disponível para se moldar a órtese, ou seja, o tempo durante o qual o material permanece amolecido e moldável, antes que resfrie e endureça”. Foram estabelecidas cinco alternativas graduadas de resposta para a avaliação deste item: “*Demasiadamente longo*”, “*Longo*”, “*Moderado*”, “*Curto*” e “*Insuficiente*”.
- 5 – Moldabilidade:** “Avaliar a força necessária para moldar a órtese enquanto o material ainda está amolecido. Considerando a aplicação para a confecção de órteses, um material com moldabilidade excelente apresenta fácil manuseio e fornece um acabamento satisfatório do produto moldado (órtese), ajustando-se à região do corpo que se pretende imobilizar e possibilitando acomodação a curvas e relevos anatômicos”. Para este item, foram elaboradas cinco alternativas que descrevem a facilidade/dificuldade verificada durante o manuseio para ajustar o material a uma superfície, considerando a força necessária a ser exercida por parte do profissional que o molda. As seguintes alternativas de resposta foram estabelecidas para a avaliação deste item: “*Material escorre e deforma demais, dificultando a moldagem*”; “*Material se ajusta ao corpo sem precisar pressioná-lo*”; “*Material se ajusta ao corpo depois de leve pressão*”; “*Material se ajusta ao corpo, sendo necessária muita pressão*” e “*Material não apresenta moldabilidade, sendo necessário segurá-lo constantemente na posição desejada até seu resfriamento*”.
- 6 – Memória:** “Verificar, durante a moldagem, se o material apresenta tendência de retornar ao formato anterior (com o material aquecido e amolecido, durante o tempo de trabalho). Pode-se, por exemplo, esticar levemente o material e observar o seu retorno. Além disso, após ser moldado e resfriado, o material pode ser novamente depositado na água quente para verificar se volta ao seu formato original (parcial ou totalmente). Um material que apresenta 100% de memória retorna ao seu tamanho e curvatura originais quando aquecido”. Para a avaliação deste item, foram determinadas quatro alternativas graduadas de resposta que descrevem o retorno do material ao seu estado natural: “*Material não se molda à superfície desejada pois apresenta muita resistência ao manuseio, retornando constantemente ao formato original, com muita memória*”, “*Material permite manuseio e retorna parcialmente ao formato original*”; “*Material retorna pouco ao formato original*”; e “*Após moldado, o material se deforma e não retorna ao formato original, ou seja, não apresenta memória*”.
- 7 - Facilidade de acabamento:** “Verificar a capacidade do material para pequenos ajustes, após a moldagem, aquecendo-se alguns locais específicos do material, como por exemplo, as bordas, e realizando pressão com a ponta dos dedos para arredondá-las e/ou alisá-las. Além disso, verifica-se o acabamento das bordas durante o corte com a tesoura, enquanto o material ainda está aquecido e moldável”. Foram elaboradas quatro alternativas graduadas

de resposta, que descrevem a facilidade/dificuldade com que as bordas são arredondadas, para que o avaliador possa assinalar e selecionar a que melhor representa o material que estiver sendo testado: “Ao cortar o material, suas bordas ficam arredondadas e com bom acabamento”; “As bordas do material são facilmente ajustadas com o toque do profissional”; “As bordas do material são ajustadas moderadamente” e “Material de difícil acabamento”.

- 8 – Autoaderência:** “Verificar a capacidade de adesão do material, fazendo a sobreposição de uma superfície sobre a outra (ainda com o material aquecido e moldável). Se necessário, as duas superfícies devem ser pressionadas. Após a aderência e o resfriamento do material, deve-se tentar separar as partes para verificar a capacidade de adesão”. A partir do procedimento proposto, foram estabelecidas cinco possibilidades de resposta, graduando-se a pressão necessária para a aderência de duas superfícies de um mesmo material: “Material não adere mesmo quando pressionado”; “Material apresenta fraca aderência mesmo quando pressionado”; “Material adere somente com muita pressão”; “Material adere com pressão moderada” e “Material adere simplesmente quando as duas partes se tocam, não sendo necessário pressionar”.
- 9 - Suscetibilidade a impressões digitais:** “Durante a moldagem, verificar se marcas das digitais permanecem no material”. Para a avaliação deste item, foram elaboradas três alternativas de resposta: “Material não apresenta marcas após o manuseio”; “Material apresenta marcas após pressão moderada” e “Material apresenta marcas acentuadas”.
- 10 - Conforto ao toque após moldagem:** “Após a moldagem e o resfriamento do material, verificar se é agradável à pele e ao contato. “Vestir” a órtese moldada (se for o caso) e avaliar a sensação causada pelo material”. Para este item, foram determinadas cinco alternativas graduadas de resposta que variam de “Material muito confortável” a “Material muito desconfortável”.
- 11 – Rigidez:** “Verificar se o material mantém, após resfriado, o formato moldado e se resiste a deformações, mesmo diante da aplicação de força constante”. Para este item, foram elaboradas cinco alternativas de resposta que variam de “Material muito rígido” a “Material muito flexível”.
- 12 – Estética:** “Inspeccionar visualmente a qualidade do produto moldado (percepção do avaliador)”. Para este item, foram determinadas cinco alternativas graduadas de resposta que variam de “Ótimo” a “Péssimo”.
- 13 – Peso:** “Avaliar o peso do material quando for depositado em algum segmento do corpo (percepção do avaliador)”. Foram estabelecidas três alternativas de resposta para a avaliação do peso do material: “Leve”, “Moderado” e “Pesado”.
- 14 - Fixação de velcros:** “Fixar um pedaço do velcro que o profissional estiver acostumado a utilizar (seja autoadesivo ou com uso de cola de contato) e verificar a fixação”. Para este item, foram determinadas quatro alternativas graduadas de resposta que variam de “Boa fixação” a “Sem fixação”.

Discussão

O instrumento elaborado permite uma análise qualitativa dos materiais, de acordo com a percepção do profissional e sua opinião, considerando a experiência prática na confecção de órteses e de outros dispositivos assistivos que envolvem esse tipo de material. Ao oferecer

opções escalonadas em relação às características dos materiais, para que o profissional registre suas percepções, a ferramenta desenvolvida poderá ser utilizada como referência durante o manuseio, avaliação e seleção dos materiais para a confecção de órteses.

O instrumento proposto não determina, diretamente, o modelo de dispositivo a ser confeccionado, mas é capaz de subsidiar os profissionais com informações específicas e referenciadas a respeito de um tipo de material bastante utilizado, o que certamente poderá auxiliar a tomada de decisões e o direcionamento de algumas intervenções. Poderá ser uma ferramenta na prática de terapeutas ocupacionais e de outros profissionais que utilizem materiais termoplásticos de baixa temperatura em sua prática clínica, seja na construção de recursos terapêuticos, de órteses e de outros dispositivos de tecnologia assistiva.

Ressalta-se que não houve a intenção de atribuir ou gerar uma nota aos materiais termoplásticos avaliados, compreendendo-se que não existe um material adequado para todos os tipos de órtese e, dessa forma, para se atingir o sucesso na confecção, é necessária a compreensão de suas características e propriedades, bem como de suas vantagens e desvantagens para cada aplicação.

Independentemente da aplicação e das especificidades de cada caso — seja para aliviar a dor, proporcionar estabilização, aumentar a amplitude de movimento, proteger os tecidos vulneráveis ou prevenir deformidades —, órteses bem projetadas podem fazer a diferença na vida das pessoas. Considerando-se os princípios da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (Organização Mundial da Saúde, 2003), os benefícios gerados nas estruturas e funções do corpo através da aplicação de uma órtese bem indicada poderão impactar a funcionalidade dos indivíduos e ampliar sua participação em atividades diversas, direta ou indiretamente, a depender dos contextos envolvidos. Como parte da atuação do terapeuta ocupacional, a intervenção ortótica pode resultar em um dispositivo individualizado que atenda necessidades biológicas e ocupacionais, inclusive para a utilização fora da clínica. Mckee & Rivard (2011) ressaltam que esse processo deve ser centrado no cliente. A prescrição e a confecção de órteses, portanto, compõem um processo que envolve muitas variáveis determinantes para a saúde e qualidade de vida de uma pessoa (Gradim & Paiva, 2018), além de uma avaliação física criteriosa e de conhecimentos específicos envolvendo outras áreas.

De acordo com Marcolino et al. (2015), dispositivos feitos sob medida, por mais simples que sejam, requerem conhecimentos básicos sobre princípios da engenharia dos materiais e da engenharia mecânica para serem confeccionados corretamente. Assumpção (2006) considera o conhecimento e a compreensão desses princípios como um pré-requisito para elaborar e construir qualquer tipo de órtese. Especificamente em relação às propriedades dos materiais termoplásticos de baixa temperatura, ressalta-se que nem sempre há clareza sobre a definição e aplicação de suas propriedades, ou ainda sobre a terminologia mais adequada para cada característica verificada durante sua manipulação. É importante que se compreenda a que se refere cada propriedade e como utilizá-la no processo de moldagem de uma órtese e de outros dispositivos de tecnologia assistiva, visando obter recursos anatômicos e que, de fato, atendam a uma necessidade específica. Portanto, antes de escolher o material adequado para cada situação e cada modelo de órtese a ser confeccionada, o terapeuta deve conhecer e avaliar suas propriedades, além de revisar as informações técnicas do fabricante.

Vários autores concordam que o êxito na escolha do material depende do conhecimento de suas características, com ênfase para moldabilidade ou conformabilidade, memória, tempo de moldagem, aderência e rigidez (Agnelli & Toyoda, 2003; Assumpção, 2006; Breger-Lee &

Buford Junior, 1992; Canelón, 1995; Ferrigno, 2007; Lindemayer, 2004; Mckee & Rivard, 2011; Sauron, 2003) – todas contempladas no instrumento elaborado. Outras características descritas na literatura, tais como acabamento superficial, conforto ao usuário, peso e estética (Agnelli & Toyoda, 2003; Lindemayer, 2004; Mckee & Rivard, 2011; Sauron, 2003), também estão presentes no instrumento aqui proposto. Nesse contexto, o instrumento apresenta um parâmetro em relação a 14 características dos materiais mencionadas na literatura, o que facilita a compreensão de cada terapeuta sobre suas próprias intervenções e favorece a comunicação entre diferentes profissionais, a partir do momento que padroniza os critérios de avaliação e a linguagem com respeito às características dos materiais termoplásticos.

O conhecimento dos materiais existentes no mercado é importante não apenas para o processo de escolha do material, mas também para seu melhor aproveitamento durante o manuseio e a confecção de uma órtese (Lindemayer, 2004). Portanto, o terapeuta é desafiado a selecionar o material mais adequado para cada situação e a otimizar suas características (Breger-Lee & Buford Junior, 1992; Fess, 2011). Profissionais bem-preparados otimizam as propriedades do material para a confecção de órteses desde a sua seleção, buscando uma produção customizada com o desafio de aliar a funcionalidade terapêutica às expectativas e necessidades dos usuários, com boa resolutividade dos produtos (Brasil, 2013).

Atualmente, existem materiais com diferentes composições químicas e propriedades de trabalho, além de variadas cores, espessuras, texturas e perfurações (Assumpção, 2006; Fess, 2002; North Coast Medical, 2023; Orfit Industries, 2023; Performance Health, 2023; Rodrigues et al., 2007). Diante dessa variedade e da diversidade de características a serem analisadas, avaliar especificamente sem estabelecer parâmetros poderia comprometer a interpretação dos resultados e dificultar a comparação entre as características observadas na prática clínica por diferentes profissionais, pesquisadores ou empresas do ramo. Além disso, se não houver critérios bem definidos, um mesmo profissional pode ter dificuldades para comparar os materiais que utiliza ou pretende utilizar, como por exemplo, diferentes marcas e modelos que, por apresentarem formulações diferentes, tanto com respeito aos seus componentes quanto a sua quantidade, podem apresentar comportamentos diferentes (Agnelli Martinez et al., 2017).

Como neste trabalho, outras pesquisas abordando materiais termomoldáveis para aplicação em órteses também valorizaram e optaram por testes práticos empíricos para avaliar ou complementar a análise desses materiais (Breger-Lee & Buford Junior, 1992; Francisco, 2004; Lindemayer, 2004; Souza, 2014). Mesmo reconhecendo a importância de tornar a avaliação ainda mais objetiva, os autores concordam que a experiência do terapeuta e/ou pesquisador na confecção de órteses e sua opinião em relação aos materiais são importantes e devem ser consideradas.

O instrumento elaborado poderá ser facilmente utilizado por terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas e outros profissionais que trabalham com termoplásticos de baixa temperatura, auxiliando, por exemplo, a identificação da aplicação clínica de cada material avaliado a fim de direcionar algumas condutas, ou ainda por pesquisadores que pretendam testar/comparar materiais para órteses e/ou que estejam envolvidos com o desenvolvimento de novos materiais. Contudo, novos estudos podem ser realizados utilizando-se o roteiro criado e outros instrumentos de medida, de forma associada, havendo a possibilidade de se aprimorar os instrumentos já existentes e/ou criar outras ferramentas de avaliação, na medida em que isso se fizer necessário. A quantificação das propriedades e a padronização dos manuseios realizados nos materiais termoplásticos são

necessidades importantes e apontam para novas possibilidades de pesquisa que contenham, por exemplo, dados objetivos, numéricos e/ou pontuações em relação a determinados aspectos verificados nos materiais. Nesse sentido, Martinez et al. (2022) apresentam um ensaio criado especificamente para mensurar a moldabilidade de materiais para órteses através de um sistema de testes que simula o manuseio realizado durante a confecção de uma órtese e possibilita calcular a deformação do material termoplástico.

Através de medidas sistematizadas em saúde, o profissional consegue estabelecer uma linha de raciocínio para basear suas decisões. Cruz et al. (2021) afirmam que, na terapia ocupacional, os instrumentos de avaliação auxiliam a prática profissional e são valiosos para identificar e planejar os objetivos da intervenção, além de possibilitarem a reavaliação de resultados. No caso desta pesquisa, em razão da especificidade dos conhecimentos envolvidos na aplicação e avaliação dos materiais termoplásticos de baixa temperatura para órteses, ressalta-se a importância da parceria entre pesquisadores da área da saúde e da engenharia, visando a elaboração de um instrumento de fácil acesso e preenchimento que apresente, ao mesmo tempo, uma terminologia apropriada.

Neste estudo, a aproximação e o trabalho conjunto da terapia ocupacional e da engenharia de materiais foram fundamentais para a comunicação, a compreensão e o alinhamento sobre as características dos materiais, especialmente diante da especificidade de parâmetros adotados na prática clínica envolvendo a confecção de órteses e outros dispositivos assistivos.

Conclusões

Foi elaborado um protocolo de avaliação com testes específicos para os materiais termoplásticos de baixa temperatura, denominado “Instrumento de Avaliação Prática Empírica de Materiais Termoplásticos para Órteses”, que contempla características relevantes a serem verificadas nesses materiais. De forma sintética e de fácil compreensão, são apresentados critérios que possibilitam sistematizar o manuseio a ser realizado com cada material e auxiliam a organizar as impressões e os registros do profissional durante a avaliação.

Dessa forma, os objetivos propostos foram concretizados e o instrumento apresentado identifica as principais características a serem verificadas durante o manuseio dos materiais, direcionando o olhar do profissional e podendo auxiliá-lo nas decisões clínicas quanto à seleção da marca comercial e do tipo mais adequado para cada situação. Apesar das contribuições aqui apresentadas, recomenda-se que o instrumento proposto seja validado junto a profissionais com experiência no manuseio de materiais termoplásticos de baixa temperatura a fim de verificar se está compreensível e se todas as características relevantes estão contempladas.

Faz-se necessário ampliar os estudos e as estratégias da terapia ocupacional nessa área de atuação, bem como as formas de avaliação e os instrumentos de coleta de informações. Identifica-se a necessidade de elaborar ainda mais o processo de avaliação dos materiais termoplásticos para que possam ser analisados não apenas empiricamente e através da experiência prática dos terapeutas – como o presente estudo propõe, mas também de forma padronizada, precisa e controlada. Considera-se importante a continuidade dos estudos envolvendo a avaliação das propriedades dos materiais para órteses e a instrumentalização de profissionais e pesquisadores, visando uma comparação realista e objetiva entre diferentes materiais e permitindo, inclusive, a replicação de procedimentos de teste.

Referências

- Agnelli Martinez, L. B. (2018). *Desenvolvimento no Brasil de termoplásticos de baixa temperatura para órteses* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Agnelli Martinez, L., Elui, V., Martinez, R., & Agnelli, J. (2017). Elaboração de instrumento padronizado para o teste de materiais termoplásticos para órteses/Elaboration of standard instrument for the test of thermoplastic materials for orthoses. *Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional*, 1(4), 518-525.
- Agnelli, L. B., & Toyoda, C. Y. (2003). Estudo de materiais para a confecção de órteses e sua utilização prática por terapeutas ocupacionais no Brasil. *Cadernos Brasileiros De Terapia Ocupacional*, 11(2), 83-94.
- Almeida, P. H., Pontes, T. B., Rossi, J. R. L., dos Santos-Couto-Paz, C. C., MacDermid, J. C., & Matheus, J. P. C. (2016). Órteses para o paciente com osteoartrite do polegar: o que os terapeutas ocupacionais no Brasil indicam? *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, 27(3), 289-296.
- Assumpção, T. S. (2006). Órteses: princípios básicos. In P. P. Freitas (Ed.), *Reabilitação da mão* (pp. 539–553). São Paulo: Atheneu.
- Brasil. (2013). *Confecção e manutenção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção: confecção e manutenção de próteses de membros inferiores, órteses suropodálicas e adequação postural em cadeira de rodas*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Breger-Lee, D. E., & Buford Junior, W. L. (1992). Properties of thermoplastic splinting materials. *Journal of Hand Therapy*, 5(4), 202-211.
- Callinan, N. (2013). Confecção de órteses para mão. In M. V. Radomski & C. A. Trombly (Eds.), *Terapia Ocupacional para disfunções físicas* (p. 1458). São Paulo: Editora Santos.
- Canelón, M. F. (1995). Material properties: a factor in the selection and application of splinting materials for athletic wrist and hand injuries. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 22(4), 164-172.
- Canevarolo, S. V. (2019). *Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros*. São Paulo: Artliber.
- Coluci, M. Z. O., Alexandre, N. M. C., & Milani, D. (2015). Construção de instrumentos de medida na área da saúde. *Ciencia & Saude Coletiva*, 20(3), 925-936.
- Cruz, D., Rodrigues, D., & Wertheimer, L. (2021). Reflexões sobre o uso de instrumentos de avaliação na Terapia Ocupacional no Brasil. *Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional*, 5(1), 2-7.
- Danckwardt, F. (2016). *Elaboração de fichas técnicas de materiais visando o design de órteses de membros superiores e inferiores* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Ferrigno, I. S. V. (2007). O uso de órteses em terapia da mão. In I. S. V. Ferrigno (Ed.), *Terapia da mão: fundamentos para a prática clínica*. São Paulo: Editora Santos.
- Fess, E. (2011). Orthoses for mobilization of joints: principles and methods. In T.M. Skirven, A. L. Osterman, J. Fedorczyk, & P. Amadio (Eds.), *Rehabilitation of the hand and upper extremity* (pp. 1588-1598). Philadelphia: Elsevier Mosby.
- Fess, E. E. (2002). A history of splinting: to understand the present, view the past. *Journal of Hand Therapy*, 15(2), 97-132.
- Francisco, N. P. F. (2004). *Avaliação das características de três materiais de baixo custo utilizados na confecção de órtese para estabilização de punho* (Dissertação de mestrado). Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.
- Garcia, A., Spim, J. A., & Santos, C. A. (2000). *Ensaio dos materiais*. Rio de Janeiro: LTC.
- Gradim, L. C. C., & Paiva, G. (2018). Modelos de órteses para membros superiores: uma revisão da literatura. *Cadernos Brasileiros De Terapia Ocupacional*, 26(2), 479-488.
- Leite, F. A. (2007). *Desempenho térmico, mecânico e clínico de material à base de polímero derivado do óleo de mamona para confecção de órteses e comparação com outro material existente no mercado* (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos.

- Lindemayer, C. K. (2004). *Estudo e avaliação de termoplásticos utilizados na confecção de órtese*. (Dissertação de mestrado). Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.
- Macdonald, E. M., Maccaul, G., Mirrey, L., & Morrison, E. M. (2004). *Terapia ocupacional em reabilitação*. São Paulo: Editora Santos.
- Maitz, M. F. (2015). Applications of synthetic polymers in clinical medicine. *Biosurface and Biotribology*, 1(3), 161-176.
- Malick, M. H. (1978). *Manual on dynamic hand splinting with thermoplastic materials: low temperature materials and techniques*. Pittsburgh: Harmarville Rehabilitation Center.
- Mano, E. B. (1991). *Polímeros como materiais de engenharia*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Marcolino, A. M., Fonseca, M. C. R., Barbosa, R. I., Elui, V. M. C., & Luzo, M. C. M. (2015). Órteses da mão e membro superior. In M. C. R. Fonseca, A. M. Marcolino, R. I. Barbosa, & V. M. C. Elui, *Órteses e Próteses - Indicação e Tratamento* (p.147-171). Rio de Janeiro: Águia Dourada.
- Martinez, R. A., Agnelli Martinez, L. B., Agnelli, J. A. M., & Elui, V. M. C. (2022). A standardized assessment of moldability parameters of thermoplastic materials used in orthotic manufacturing. *PLoS One*, 17(8)
- Mckee, P., & Morgan, L. (1998). *Orthotics in rehabilitation: splinting the hand and body*. Philadelphia: F.A. Davis.
- Mckee, P., & Rivard, A. (2011). Foundations of orthotic intervention. In T.M. Skirven, A. L. Osterman, J. Fedorczyk, & P. Amadio (Eds.), *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. Philadelphia: Elsevier Mosby.
- Meng, Q., Hu, J., & Zhu, Y. (2008). Properties of shape memory polyurethane used as a low-temperature thermoplastic biomedical orthotic material: influence of hard segment content. *Journal of Biomaterials Science. Polymer Edition*, 19(11), 1437-1454.
- North Coast Medical. (2023). Recuperado em 10 de março de 2023, de <https://www.ncmedical.com/>
- Nunes, E. C. D., & Lopes, F. R. S. (2014). *Polímeros: conceitos, estrutura molecular, classificação e propriedades*. São Paulo: Érica.
- Orfit Industries. (2023). Recuperado em 10 de março de 2023, de <https://www.orfit.com/>
- Organização Mundial da Saúde. (2003). *CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde*. São Paulo: EdUSP.
- Performance Health. (2023). Recuperado em 10 de março de 2023, de <https://www.performancehealth.com/>
- Ramakrishna, S., Mayer, J., Wintermantel, E., & Leong, K. W. (2001). Biomedical applications of polymer-composite materials: A review. *Composites Science and Technology*, 61(9), 1189-1224.
- Ramos, L. D. (2017) *Estudo da viabilidade de utilização das blendas de copolímero pp e pebd reciclado na confecção de placas termo moldáveis para produção de órteses estáticas estabilizadoras de punho* (Dissertação de mestrado). Centro Universitário de Volta Redonda, Fundação Oswaldo Aranha, Volta Redonda.
- Rodrigues, A. M. V. N. (2007) *Desenvolvimento de compósito sanduíche para confecção de órteses e o efeito da órtese de compósito na função manual e na ativação dos músculos do antebraço* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Rodrigues, A. M. V. N., Souza, A. C. A., & Galvão, C. R. C. (2007). Órtese e prótese. In A. Cavalcanti & C. R. C. Galvão (Eds.), *Terapia ocupacional: fundamentação & prática* (pp.433-450). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Sauron, F. N. (2003). Órteses para membros superiores. In M. C. Oliveira, F. N. Sauron, L. S. B. Santos & E. Teixeira (Eds.), *Terapia ocupacional na reabilitação física*. São Paulo: Roca.
- Silva, F. P. (2001). *Órtese abduutora do polegar: Estudo do material alternativo aos termoplásticos de baixa temperatura atualmente utilizados* (Dissertação de mestrado). Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.

- Silva, L. G. (2014). *Órteses em PVC para membro superior: utilização por terapeutas ocupacionais brasileiros, propriedades físico-mecânicas e de toxicidade e desempenhos funcional e mioelétrico* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Souza, M. C. A. (2014). *Caracterização e modificação de poliuretano derivado de óleo vegetal para confecção de órteses* (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Van Petten, A. M. V. N., Ávila, A. F., & Lima, C. G. S. (2014). Efeito do uso de órtese de punho na função manual. *Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar*, 22(1), 79-87.

Contribuição dos Autores

Luciana Bolzan Agnelli Martinez: Concepção da pesquisa e do instrumento de avaliação, redação, formatação e revisão final do texto. Rodrigo Andrade Martinez: Concepção do instrumento de avaliação, colaboração na redação, formatação e revisão final do texto. José Augusto Marcondes Agnelli: Orientação para a elaboração do instrumento de avaliação e colaboração na redação do texto. Valéria Meirelles Carril Elui: Orientação do projeto de pesquisa e colaboração na redação do texto. Todos os autores aprovaram a versão final do texto.

Autor para correspondência

Luciana Bolzan Agnelli Martinez
e-mail: luagnelli@ufscar.br

Editora de seção

Profa. Dra. Ana Paula Serrata Malfitano

Material Suplementar

Este artigo acompanha material suplementar.

Formulário de Aplicação

Este material está disponível como parte da versão online do artigo na página:
<https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAO271735441>