

**PERFIL FÍSICO, FISIOLÓGICO E BIOMECÂNICO E A RELAÇÃO ENTRE
AS VARIÁVEIS DE DESEMPENHO EM ATLETAS AMADORES DE
WHEELCHAIR MOTO CROSS**

**PHYSICAL, PHYSIOLOGICAL AND BIOMECHANICAL PROFILE AND
THE RELATIONSHIP BETWEEN PERFORMANCE VARIABLES EM
WHEELCHAIR MOTO CROSS AMATEUR ATHLETES**

**PERFIL FÍSICO, FISIOLÓGICO Y BIOMECÁNICO Y LA RELACIÓN ENTRE
LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO EN ATLETAS AFICIONADOS
WHEELCHAIR MOTO CROSS**

Didiomani dos Santos

<https://orcid.org/0000-0002-1306-7525> 

<http://lattes.cnpq.br/2517991775212707> 

Universidade Metodista de Piracicaba (Piracicaba, SP – Brasil)
profdidiomani@gmail.com

Marlene Aparecida Moreno

<https://orcid.org/0000-0003-2069-5041> 

<http://lattes.cnpq.br/7385938017134197> 

Universidade Metodista de Piracicaba (Piracicaba, SP – Brasil)
marlene.moreno@unimep.br

José Ricardo Auricchio

<https://orcid.org/0000-0002-6713-9782> 

<http://lattes.cnpq.br/2782027154170657> 

Universidade Metodista de Piracicaba (Piracicaba, SP – Brasil)
prof.auriccho@hotmail.com

Daniela Faleiros Betelli Merino

<https://orcid.org/0000-0002-3977-974X> 

<http://lattes.cnpq.br/6672883445354654> 

Universidade Metodista de Piracicaba (Piracicaba, SP – Brasil)
daniela.merino@unimep.br

Charlini Simoni Hartz

<http://orcid.org/0000-0003-2904-515X> 

<http://lattes.cnpq.br/7618582818671327> 

Universidade Metodista de Piracicaba (Piracicaba, SP – Brasil)
charlini.hartz@unimep.br

Resumo

O objetivo do trabalho foi caracterizar o perfil físico, fisiológico e biomecânico de atletas do sexo masculino praticantes do Wheelchair Moto Cross (WCMX), por meios das variáveis de (potência de membros superiores (PMS), desempenho físico aeróbico (DFA), força de preensão palmar (FPP), e avaliar a correlação entre as variáveis desempenho fisiológico e biomecânico dos atletas na modalidade. Participaram do estudo 6 atletas do sexo masculino, idade média de 30,2 anos. Foram avaliadas a PMS (arremesso de medicine ball), DFA (protocolo



adaptado para usuário de cadeira de rodas e FPP (protocolo ASHT). Dentro dos resultados obtidos entre as correlações entre as variáveis mecânicas do teste de arremesso de MMSS e FPP e as variáveis fisiológicas obtidas no teste de desempenho que mais se destacaram foram entre: FCfin e PMS ($r=0,93$, $p=0,003$), FCfin e FPP/MSD ($r=0,80$, $p=0,27$) FCfn e FPP/MSE ($r=0,60$, $p=0,10$), DP e PMS ($r=0,76$, $p=0,03$), DP e FPP;MSD ($r=0,65$, $p=0,078$), DP e FPP/MSE ($r=0,51$ $p=0,15$). Conclui-se que a caracterização do perfil físico, fisiológico biomecânico apresentou dados que se demonstraram positivos, devido à escassez observada na literatura, com estudos de tal população torna-se importante caracterizar os atletas do sexo masculino. Por tratar de uma população específica e pouco investigada, este trabalho irá contribuir para um maior entendimento sobre a modalidade e um aporte substância para programas de treinamento para este grupo específico.

Palavras-chave: Perfil; Pessoas com Deficiência; Esportes; Exercício Físico.

Abstract

The objective of this work was to characterize the physical and physiological and biomechanical profile of male athletes practicing WCMX, by means of the variables of PMS, DFA, FPP, and to evaluate the correlation between the variables physiological and biomechanical performance of athletes in the modality. The study included 6 athletes from the Faca na Cadeira Institute, age 30.2 years, height 1.70 m, body mass 68.84 kg, BMI 23.6 kg/m², daily training frequency 2 h, weekly training frequency 6 h, time of disability, 5.17 years. The PMS was evaluated through the medicine ball throwing protocol, adapted for wheelchair users, DFA, protocol adapted for wheelchair users and PPF, a protocol proposed by ASHT. Within the results obtained between the correlations between the mechanical variables of the MMSS and FPP pitch test and the physiological variables obtained in the performance test that stood out the most were between: FCfin and PMS ($r=0.93$, $p=0.003$), FCfin and FPP/MSD ($r=0.80$, $p=0.27$) FCfn and FPP/MSE ($r=0.60$, $p=0.10$), SD and PMS ($r=0.76$, $p=0.03$), SD and PpF; MSD ($r=0.65$, $p=0.078$), SD and FPP/MSE ($r=0.51$ $p=0.15$). It is concluded that the characterization of the physical and physiological biomechanical profile presented data that proved positive, due to the scarcity observed in the literature, with studies of this population it becomes important to characterize male athletes. Because it treats a specific population and little investigated, this work will contribute to a greater understanding of the modality and a substance contribution to training programs for this specific group.

Keywords: Profile; People with Disabilities; Sports; Exercise.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el perfil físico y fisiológico y biomecánico de los atletas masculinos que practican WCMX, mediante las variables de PMS, DFA, FPP, y evaluar la correlación entre las variables de rendimiento fisiológico y biomecánico de los atletas en la modalidad. El estudio incluyó a 6 atletas del Instituto Faca na Cadeira, de 30,2 años de edad, altura 1,70 m, masa corporal 68,84 kg, IMC 23,6 kg/m², frecuencia de entrenamiento diario 2 h, frecuencia de entrenamiento semanal 6 h, tiempo de discapacidad, 5,17 años. El SPM se evaluó a través del protocolo de lanzamiento de balones medicinales, adaptado para usuarios de sillas de ruedas, DFA, protocolo adaptado para usuarios de sillas de ruedas y PPF, un protocolo propuesto por ASHT. Dentro de los resultados obtenidos entre las correlaciones entre las variables mecánicas de la prueba de paso MMSS y FPP y las variables fisiológicas obtenidas en la prueba de rendimiento que más destacaron fueron entre: FCfin y PMS ($r=0,93$, $p=0,003$), FCfin y FPP/MSD ($r=0,80$, $p=0,27$) FCfn y FPP/MSE ($r=0,60$, $p=0,10$), SD y PMS ($r=0,76$, $p=0,03$), SD y PpF; MSD ($r=0,65$, $p=0,078$), SD y FPP/MSE ($r=0,51$ $p=0,15$). Se concluye que la caracterización del perfil biomecánico físico y fisiológico presentó datos que resultaron positivos, debido a la escasez observada en la literatura, con estudios de esta población se vuelve importante caracterizar a los atletas masculinos. Debido a que trata a una población específica y poco investigada, este trabajo contribuirá a una mayor comprensión de la modalidad y una contribución de sustancia a los programas de capacitación para este grupo específico.

Palabras clave: Perfil; Personas con Discapacidad; Deportes; Ejercicio.

INTRODUÇÃO

O Wheelchair Moto Cross (WCMX) é uma modalidade do paradesporto que combina o uso de cadeiras de rodas em uma pista de skate. Pode ser praticada por atletas de ambos os sexos que tenham alguma deficiência físico-motora utilizando cadeiras adaptadas e padronizadas.



Para entendermos a importância do paradesporto, observemos a cronologia histórica, BCR, iniciou nos EUA, por volta de 1945, consolidado como modalidade paralímpica e reconhecida mundialmente (CBBC, 2021); o TCR, criado em 1976 nos EUA, em 1992 em Barcelona passou a compor o quadro de jogos paralímpicos (CBT, 2021).

Assim como o WCMX, as modalidades acima admitem praticantes de ambos os sexos. Historicamente, por volta de 1999 (AURICCHIO, 2015), surge no cenário dos esportes adaptados, como mais uma opção, sendo uma mistura de BMX, segundo a Confederação Brasileira de Esportes Radicais (CBER, 2021), tem como significado (B) Bicycle, (M) Moto (X) Cross e Skate, mas praticado em cadeira de rodas.

No cenário dos esportes inclusivos a criação de novas modalidades esportivas no paradesporto pode gerar possibilidade de maior inclusão e se desenvolver como esporte. Nesta perspectiva, o WCMX é um esporte relativamente recente entre os esportes adaptados, desenvolvido pelo norte americano Aaron Fotheringham que nasceu com espinha bífida e aos três anos começou a utilizar a cadeira de rodas como locomoção, aos oito anos, incentivado pelo seu irmão, desceu a primeira rampa e a partir daí passou a desenvolver as habilidades na modalidade (AURICCHIO, 2015). E que vem se desenvolvendo gradualmente e ganhando cada vez mais praticantes e adeptos (AURICCHIO, 2015)

A realização da prática de esportes para pessoas com deficiências, requer adaptações específicas, as quais levam em consideração as características da modalidade envolvida, a deficiência física do praticante, as quais unidas às adaptações de equipamentos necessários compõem os critérios para a prática (ROCCO & SAITO, 2006).

Segundo a IWBF (2018), para a prática do BCR, referencial para o WCMX, as principais limitações que determinam a classe de um jogador são: função de tronco; função de MMII e a função de MMSS. Especificamente, para a realização desta classificação, o alcance, força e coordenação de todas essas funções são levados em consideração (IWBF, 2018), avaliada através da capacidade funcional dos jogadores para completar as habilidades necessárias para jogar, como o empurrar, girar, arremessar, rebater, driblar, passar e pegar, avaliando assim a capacidade funcional para completar a tarefa, as quais se tornam determinantes para identificar os diferentes níveis e potencialidades dos atletas (IWBF, 2021).

Embora esportes consolidados como o BCR, possuam critérios definidos, recentes estudos demonstram a importância do conhecimento de novos aspectos relacionados à classificação destes atletas, bem como estimulam a reformulação constante dos critérios de



avaliação. Por trás deste cenário, a ciência do esporte apresenta um papel fundamental no desenvolvimento científico prático das modalidades visando o maior entendimento e otimização do desempenho esportivo (VIVEIROS, 2015).

Neste sentido, considerando a jovialidade do WCMX, esporte radical praticado em cadeira de rodas (BACCIN, 2018), o desenvolvimento de pesquisas visando melhor conhecimento da modalidade e otimização do desempenho esportivo, se tornam um potencial aliado ao desenvolvimento da modalidade e da criação e elaboração de seus critérios específicos de avaliação e prescrição de treinamento (VIVEIROS, 2015).

Para Baccin (2018), o WCMX, sendo um esporte radical praticado em cadeira de rodas, não está no quadro da classificação do Esporte Radical, nem consta nas definições da CBER, entretanto apontando grande relevância no cenário dos esportes radicais em diversos lugares do mundo, assim, demonstrando potencialidade para desenvolvimento no cenário de competição mundial.

No Brasil, O WCMX chegou em 2007 (AURICCHIO, 2015). Desde então, vem ganhando espaço entre os esportes radicais, ganhando adeptos pelo país considerando que existem praticantes nos estados da região sudeste, sul e Bahia (AURICCHIO, 2015), assim demonstrando sua potencialidade de desenvolvimento no cenário nacional dos esportes adaptados para usuário de cadeira de rodas. Em relação às suas particularidades, por ser um esporte radical urbano de ação (BACCIN, 2018), necessita para sua prática a utilização de estruturas como as pistas dos tipos Park, Street, Half-Pipe, Mini-Ramp, Bowl e Banks (CBER, 2021), as quais permitem a execução das manobras radicais. As manobras, segundo o livreto de normas e regras da competição mundial de WCMX (DRS, 2019), envolvem, saltos em amplitude, os quais requerem decolagem e aterrissagem, estabilidade superior do corpo, giros sobre uma ou duas rodas, configurando uma variedade de movimentos com grau de dificuldade na sua progressão, sempre envolvendo ações de agilidade e potência. Ainda, destaca-se a necessidade de combinações nas manobras que podem gerar quedas e momentos de instabilidades, em uma competição.

Neste sentido, fica evidenciado que as manobras, requerem extrema agilidade, capacidade que é definida como um movimento rápido do corpo inteiro, envolvendo uma mudança de velocidade ou direção, em resposta a um estímulo específico do esporte, características diretamente presentes e necessárias para o WCMX (OZMEN ET AL, 2014).



Além das suas particularidades, é importante destacarmos que outro componente fundamental no processo do paradesporto se dá na característica física do praticante. Nesta vertente, o WCMX admite indivíduos com algum tipo de deficiência motora. Esse tipo de deficiência pode induzir a diminuição da capacidade funcional do indivíduo, podendo interferir no seu convívio social (AURICCHIO, 2015).

Em contrapartida, a prática de atividade física, especialmente a inclusão esportiva é um importante instrumento para a reabilitação dessa população, devido aos seus benefícios físicos e sociais. Nesse contexto o WCMX, vem ao encontro de suprir essas necessidades relacionadas principalmente à capacidade funcional (AURICCHIO, 2015), considerando que as manobras envolvem, saltos em amplitude, estabilidade superior do corpo, giros sobre rodas, variedades de movimentos com grau de dificuldade na sua progressão (DRS, 2019), assim explorando o desenvolvimento das habilidades funcionais de seus praticantes.

Entretanto, poucos estudos foram conduzidos com esta modalidade (AURICCHIO, 2015), que reforça a necessidade de elaboração de novos estudos para melhor caracterização das capacidades relevantes para a modalidade e seus praticantes, buscando o desenvolvimento e aprimoramento do treinamento destes atletas. Ainda considerando que até o presente momento, o WCMX não possui uma classificação funcional própria, como já é suportado em outras modalidades, como a exemplo do BCR.

A classificação funcional determina quais atletas são elegíveis para competir em um esporte e como os atletas são agrupados para a competição, onde atletas são agrupados pelo grau de limitação da atividade decorrente da deficiência (IPC, 2022), sendo assim desenvolver uma classificação funcional no tocante a este esporte, é de grande valor para que o WCMX seja incluso no IPC, como mais um esporte a ser praticado no paradesporto.

Complementarmente, embora já descritas em outras populações praticantes de esportes para usuários de cadeira de rodas, informações sobre avaliações do perfil de praticantes de WCMX não foram encontradas na literatura até o presente momento.

Pelo exposto, esse estudo, objetivou buscar, através de avaliações do perfil físico, fisiológico e biomecânico e a relação entre as variáveis: PMS pelo arremesso de medicine ball; DFA por meio do teste de 12 minutos em usuários de cadeira de rodas; FPP através da dinamometria manual, caracterizar o perfil desta modalidade e identificar fatores relevantes para o desempenho de atletas amadores praticantes do WCMX.



MÉTODOS

Foram estudados os voluntários que aceitaram participar do referido estudo. Trata-se de um estudo transversal e seguiu as recomendações para pesquisa experimental com seres humanos (Resolução 466/12 do CNS), e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, parecer número 4.236.370/2020. Foram estudados os voluntários que aceitaram participar do referido estudo e que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). A amostra foi selecionada por conveniência sendo os voluntários recrutados no Instituto Faca na Cadeira. Após aplicação dos critérios estabelecidos, se enquadraram no presente estudo 6 atletas do sexo masculino, que completaram os testes, todos com experiência na modalidade superior a 6 meses, frequência semanal de 3 dias com 2 horas de treino sendo 1 hora de treino físico e 1 hora de treino técnico que se desenvolve na pista de Skate, tendo um volume total semanal de treino de aproximadamente 6 horas. Todos os voluntários do estudo foram submetidos às avaliações. As avaliações constaram de anamnese; avaliações da PMS, através do arremesso de medicine ball; DFA através do teste de 12 minutos adaptado para cadeirantes, FPP através de um dinamômetro isométrico (Jamar®).

Os voluntários familiarizaram-se com protocolos de avaliação, com os testes e com equipamentos utilizados antes de iniciar as coletas, sendo estas realizadas por uma equipe de pesquisadores treinados, com experiência na coleta das medidas realizadas.

Avaliação da potência de membros superiores (PMS)

A cadeira de rodas é um importante meio de locomoção para dependentes de cadeira de rodas (CURTIS et al., 1999), esta faz parte das suas atividades de vida diária. Para tanto o deslocamento da cadeira de rodas, requer o uso da força de MMSS para que a propulsão seja realizada.

Na prática do WCMX, a propulsão requer um ciclo propulsivo com maior eficiência. A propulsão da cadeira de rodas é uma tarefa repetitiva, pode ser analisada dividindo-a em ciclos; fase propulsiva começa quando a mão segura o aro e aplica força tangencial para movimentar a roda, e termina assim que a mão solta o aro, instante que marca o início da fase de recuperação, a qual termina quando a mão volta a ter contato com o aro (GODOY AIMES, 2016). Sendo assim, para o WCMX, a avaliação PMS se torna um fator necessário.



Para avaliar a PMS, da cintura escapular foi realizado o arremesso de *medicine ball*, no qual o voluntário ficou sentado em sua cadeira de rodas, com o tronco fixado à cadeira por uma faixa, evitando o impulso deste durante o arremesso, realizando um arremesso para familiarização, como a bola de *medicine ball* de três quilos. O arremesso foi realizado, com uma ação rápida de extensão de cotovelo, ao término da extensão de cotovelo a bola é solta, produzindo uma trajetória e atingindo determinada distância a qual será mensurada pelo avaliador.

Sequencialmente foram realizados três arremessos, com intervalos de 30s entre cada tentativa (GORLA, 2008). Registradas as distâncias dos arremessos, e considerado para análise a que obteve maior distância. O cálculo da potência é peso da bola (kg) x distância (m)/ tempo (s) (GORLA, 2008). Os experimentos foram realizados pelo pesquisador todos no mesmo período do dia para evitar influências do ciclo circadiano (AHA, 1996).

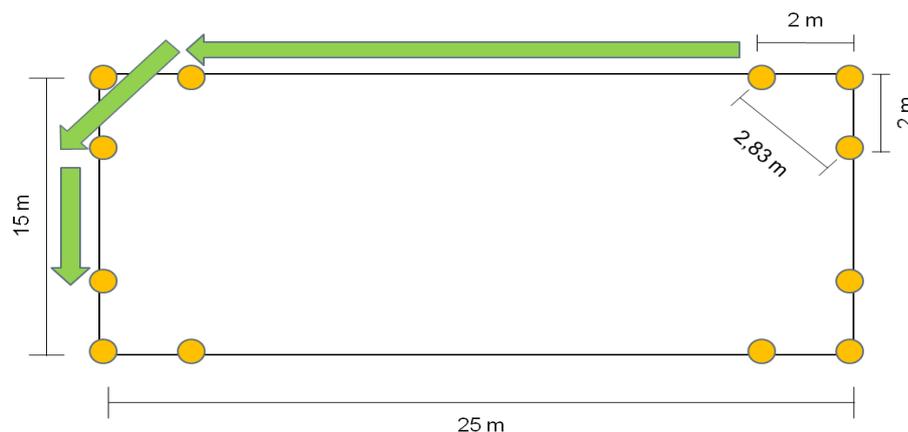
Avaliação de Desempenho Físico Aeróbio (DFA)

O DFA de atletas nas diversas modalidades esportivas é primordial, sendo o consumo máximo de oxigênio (VO₂max) uma das principais variáveis para a predição da potência aeróbia tanto para usuários de cadeira de rodas quanto em indivíduos sem lesão medular espinhal (FLORES, 2013).

Para a avaliação do DFA, foi utilizado o teste de 12 minutos para usuário de cadeira de rodas (FRANKLIN et al., 1990), para usuários de cadeira de rodas praticantes de exercícios físicos. Teste adaptado por GORLA (2008). O local do teste foi delimitado um retângulo com medidas de 25 x 15 metros, com 12 cones, sendo distribuídos em cada uma das extremidades e também a cada 2 metros de seus respectivos vértices, formando um retângulo com perímetro de 75,32 m (Figura 1).



Figura 1 – Representação da área do teste de 12 minutos



Fonte: construção dos autores.

Antes do início do teste foram verificadas as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas em repouso; pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e percepção subjetiva de esforço.

Para aferir a pressão arterial, foi utilizado o monitor digital de pressão arterial (GTech Master BP3AA1-1) seguindo os protocolos da Sociedade Brasileira de Cardiologia, (2016), para aferir a saturação periférica de oxigênio foi utilizado um oxímetro de pulso (Pulse Oximeter SM-150).

Para o teste de 12 minutos os atletas fizeram o reconhecimento do local, antes do início dos testes, assim identificando por onde deveriam passar em velocidade com a cadeira de rodas. Em seguida, foi dado início ao teste, onde os voluntários foram orientados a percorrerem a maior distância possível durante 12 minutos, dentro do circuito delimitado, fazendo as curvas entre o cone mais externo e os dois mais internos, de forma a manter a velocidade. O teste iniciou e terminou com um silvo de um apito, sendo dado estímulo verbal padronizado a cada minuto. Ao final do teste, computada a distância total percorrida, e registradas as mesmas variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas colhidas no início do teste. Posteriormente, foi realizado o cálculo estimativo do VO₂máx alcançado pelos voluntários de acordo com a equação (FLORES, 2013): $VO_2máx \text{ (ml/kg/min)} = \text{distância (milhas)} - 0,37 / 0,0337$.



Avaliação da força de preensão palmar (FPP)

A FPP é um preditor do estado de saúde e desempenha um papel importante nas funções diárias (BOHANNON et al., 2019) da vida humana. Em diferentes modalidades esportivas a utilização das mãos se faz presente, sendo um segmento corporal importante (FERNANDES & MARINS, 2020). A FPP está presente em esportes praticados por cadeirantes, como BCR, remo adaptado (CPB, 2020). O objetivo deste teste foi avaliar a força estática dos músculos flexores das mãos.

Para a avaliação da FPP, dos atletas, foi utilizado um dinamômetro isométrico (Jamar®), que consiste em um sistema hidráulico de aferição, já validado em diversos estudos (FERNANDES & MARINS, 2020; SHECHTMAN et al., 2005; BOHANNON et al., 2005; COLDHAM et al., 2006), que pode ser utilizado por homens e mulheres, apenas regulando a alça de preensão. Para esta avaliação os atletas permaneceram em suas cadeiras de rodas, para a familiarização do protocolo foi realizado um movimento.

Foi utilizado o protocolo proposto pela *American Society of Hands Therapists* (ASHT), com o indivíduo sentado e cotovelo fletido a 90° (BOHANNON, 2005). Instrumento recomendado pela ASHT para medir a FPP, considerado padrão ouro para avaliação de força manual (FERNANDES; MARINS, 2020; SHECHTMAN et al., 2005). O teste foi realizado em ambas as mãos, dominante e não dominante.

Foi padronizado três tentativas, considerado o maior valor para o registro e análise. Enquanto um membro descansa, o teste é administrado no outro lado. Tendo um minuto de descanso entre as tentativas (GORLA, 2008).

Análise estatística

A avaliação dos resultados foi realizada pelo programa SPSS versão 22.0. Em todos os casos, foi adotado um valor de $p \leq 0,05$ para significância estatística. A análise da distribuição dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk, sendo os dados considerados normais. Para a análise da relação entre as variáveis, utilizou-se o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, sendo adotados os graus de correlação propostos por Mukaka, (2012), que considera o índice de correlação insignificante quando estiver entre 0 e 0,3, baixa entre 0,3 e 0,5, moderada entre 0,5 e 0,7, alta entre 0,7 e 0,9, e muito alta entre 0,9 e 1.



RESULTADOS

A tabela 1 apresenta a descrição das características do grupo de atletas estudado.

Tabela 1 – Característica do grupo estudado (n=6). Dados apresentados em média e desvio padrão

Características	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Idade	30,2	6,5
Estatura (m)	1,70	0,9
Massa Corporal (kg)	68,84	10,7
IMC	23,6	3,05
Frequência diária de treino (horas)	2,5	1,22
Frequência semanal de treino (dias)	2,83	1,17
Tempo de deficiência (anos)	5,17	2,31
Tempo de fisioterapia (anos)	4,17	2,92

kg=quilogramas; cm=centímetros; m=metros; IMC= índice de massa corporal.

Fonte: construção dos autores.

A tabela 2 apresenta a etiologia da deficiência. Os dados referentes a etiologia da deficiência foram extraídos dos laudos médicos.

Tabela 2 – Etiologia da deficiência do grupo estudado (n=6). Dados apresentados em frequência absoluta e relativa

ETIOLOGIA DA DEFICIÊNCIA	Atleta	Absoluta	Relativa (%)
Lesão Medular Traumática (T12 – L1 – L5)	01	1	16,66
Lesão Medular Traumática (T6)	02	1	16,66
Lesão Medular Traumática (T12 – L1)	03	1	16,66
Lesão Medular Traumática (T4)	04	1	16,66
Lesão Medular Traumática (T7 – T8)	05	1	16,66
Lesão Medular Traumática (L1 – L2)	06	1	16,66

Fonte: construção dos autores.

A tabela 3 apresenta os dados dos resultados obtidos, nos testes da PMS, e valores de referência com os escores de nível de performance para o teste de potência de arremesso de *medicine ball*, para população de usuários de cadeira de rodas (GORLA, 2008) e os resultados individuais obtidos.

Tabela 3 – Valor de referência e os resultados individuais relacionados ao teste de potência de MMSS para o grupo estudado (n=6). Dados apresentados individualizados

Atleta	Resultado obtido (cm)	Valor de referência (cm)
6	488	Intermediário – 367 - 610



1	450	Intermediário – 367 - 610
3	440	Intermediário – 367 – 610
2	382	Intermediário – 367 – 610
5	360	Iniciante avançado – 275 – 366
4	353	Iniciante avançado – 275 – 366

Fonte: construção dos autores.

A tabela 4 apresenta os dados do valor de referência e os resultados individuais, obtidos no teste de DFA. Segundo Franklin e colaboradores (1990) a classificação do DFA para indivíduos cadeirantes em teste de campo em relação ao VO₂max.

Tabela 4 – Valor de referência e os resultados individuais relacionados ao teste de DFA para o grupo estudado (n=6). Dados apresentados individualizados

Atleta	Resultado obtido (m)	Valor de referência (m)
1	1.600,55	Médio - 1.381 – 2.170
2	1.449,91	Médio - 1.381 – 2.170
3	1.393,42	Médio - 1.381 – 2.170
5	1.299,27	Abaixo da média - 1.010 – 1380
4	1.257,42	Abaixo da média - 1.010 – 1380
6	1.186,29	Abaixo da média - 1.010 – 1380

Fonte: construção dos autores.

A tabela 5 apresenta os dados do valor de referência e os resultados individuais, obtidos no teste de FPP. Os valores de referência referem-se aos lados dominante e não dominante, em homens e mulheres, para população brasileira (CAPORRINO et al., 1998), sendo os valores expressos em quilograma força (kgf).

Tabela 5 – Valor de referência e os resultados individuais relacionados ao teste de FPP para o grupo estudado (n=6). Dados apresentados individualizados.

Idade	Lesão medular	Resultado obtido (kgf)		Valor de referência (kgf)	
		Membro Direito	Membro esquerdo	Dominante	Não dominante
29	T12 – L1 – L5	57 "D"	52	46,3	42,7
43	T6	50 "D"	48	43,1	40,0
26	T12 – L1	56 "D"	52	46,3	42,7
26	T4	56 "D"	57 *	46,3	42,7
30	T7 – T8	40,5 "D"	46 *	45,4	41,6
27	L1 – L2	32 "D"	26	46,3	42,7

"D" = Mão dominante.

Fonte: construção dos autores.



A tabela 6 apresenta os dados das variáveis fisiológicas avaliadas pelo teste de desempenho de 12 minutos.

Tabela 6 – Variáveis fisiológicas avaliadas pelo teste de desempenho de 12 minutos para o grupo estudado (n=6). Dados apresentados em média e desvio padrão

Variáveis fisiológicas	Média	Desvio padrão
PAS em repouso (MMHg)	116,33	11,14
PAD em repouso (MMHg)	71,16	8,56
PASi (MMHg)	109,00	21,78
PADi (MMHg)	80,50	25,04
PASf (MMHg)	116,33	28,66
PADf (MMHg)	68,33	6,28
FC (BPM)	85,66	11,25
FCmax (BPM)	189,83	6,50
FCini (BPM)	86,16	11,49
FCfin (BPM)	113,66	14,23
Borg inicial (EPE)	3,66	1,75
Borg final (EPE)	6,16	1,47
SATini (%)	95,83	1,32
SATfim (%)	96,16	1,32
DP (M)	1364,47	149,21

PAS=pressão arterial sistólica, MMHg=milímetro de mercúrio, PAD=pressão arterial diastólica, PASi=pressão arterial sistólica inicial, PADi=pressão arterial diastólica inicial, PASf=pressão arterial diastólica final, PADf=Pressão arterial diastólica final, FC=Freqüência Cardíaca, BPM=batimentos por minuto, EPE=escala de percepção de esforço, SATini=saturação inicial, SATfim=saturação final, DP=distância percorrida, M=metros.

Fonte: construção dos autores.

A tabela 7 apresenta os dados das variáveis biomecânicas avaliadas pelo teste de PMS e teste de FPP.

Tabela 7 – Variáveis biomecânicas avaliadas pelo teste de PMS e teste de FPP do grupo estudado (n=6). Dados apresentados em média e desvio padrão

VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Arremesso Medicine ball (M)	4,00	0,25
FORÇA DE PREENSÃO PALMAR (FPP)		
MSD (KG/f)	48,5	10,2
MSE (KG/f)	46,8	10,8

M=metro, MSD=membro superior direito, MSE=membro superior esquerdo, KG/f=quilograma força

Fonte: construção dos autores.



Tabela 8 – Correlação entre as variáveis biomecânicas do teste de PMS e FPP e as variáveis fisiológicas obtidas no teste de desempenho físico de 12 min

Variáveis fisiológicas	Correlação (PMS)	Correlação FPP/ MSD	Correlação FPP/MSE
	Valor de r (p valor)	Valor de r (p valor)	Valor de r (p valor)
PASi (MMHg)	0,58 (0,11)	-0,20 (0,34)	-0,40 (0,21)
PADi (MMHg)	0,05 (0,46)	0,58 (0,11)	0,65 (0,08)
PASf (MMHg)	0,47 (0,16)	-0,23 (0,32)	-0,45 (0,18)
PADf (MMHg)	0,31 (0,27)	-0,37 (0,23)	-0,51 (0,14)
FC (BPM)	0,36 (0,23)	0,44 (0,18)	0,57 (0,11)
FCmax (BPM)	0,30 (0,27)	-0,001 (0,49)	-0,32 (0,47)
FCini (BPM)	0,32 (0,26)	0,47 (0,17)	0,60 (0,10)
FCfin (BPM)	0,93 (0,003) *	0,80 (0,27)	0,60 (0,10)
Borg inicial (EPE)	-0,02 (0,48)	-0,59 (0,10)	-0,54 (0,15)
Borg final (EPE)	-0,22 (0,33)	0,08 (0,43)	0,41 (0,20)
SATini (%)	0,13 (0,40)	-0,63 (0,08)	-0,74 (0,04)
SATfim (%)	0,09 (0,42)	-0,14 (0,39)	-0,48 (0,16)
DP (M)	0,76 (0,03) *	0,65 (0,78)	0,51 (0,15)

MMHg= milímetro de mercúrio, PASi=pressão arterial sistólica inicial, PADi=pressão arterial diastólica inicial, PASf=pressão arterial diastólica final, PADf=Pressão arterial diastólica final, FC= Frequência Cardíaca, BPM= batimentos por minuto, EPE= escala de percepção de esforço, SATini= saturação inicial, SATfim= saturação final, DP= distância percorrida, M= metros.

Fonte: construção dos autores.

DISCUSSÃO

Os achados deste estudo, foram a caracterização de atletas praticantes do WCMX, do sexo masculino em fase de treinamento, bem como a correlação entre a PMS e DFA nos testes específicos para usuários de cadeira de rodas.

Considerando a modalidade WCMX, se configura como um esporte recente (AURICCHIO, 2015), a estratégia de realização de avaliações de maneira ampla e inovadora sob aspectos físico, fisiológico e biomecânico, para caracterizar o perfil do atleta da modalidade torna-se relevante para identificar fatores que possam contribuir no processo e elaboração da preparação destes atletas.

A modalidade vem se desenvolvendo no Brasil e mundo, entretanto estudos com atletas praticantes na literatura são escassos, destacando a necessidade de compreensão dos fatores acerca da preparação dos atletas (AURICCHIO, 2015), fator determinante para o bom desempenho na modalidade. Estudos com cunho científico na busca de determinar e caracterizar os aspectos físicos, fisiológicos e biomecânicos e sua relação com o desempenho,



são limitados ao comparar com outras modalidades esportivas para usuários de cadeira de rodas.

No BCR observa-se que o volume de estudos vem crescendo. Um estudo objetivou comparar as respostas fisiológicas durante o teste de esforço máximo com o uso de um ergômetro de manivela e uma esteira de cadeira de rodas (MOLIK et al., 2017).

No TCR, um estudo buscou avaliar o desempenho da mobilidade de jogadores de elite durante quatro testes de campo (RIETVELD et al., 2019), apontando que a exploração da caracterização nas diferentes modalidades do paradesporto e sua relação com variáveis fisiológicas e biomecânicas têm sido exploradas.

No WCMX, por ser novo a escassez de estudos ficou evidenciado, a dificuldade de trazer para esta discussão trabalhos com atletas desta modalidade, devido as características específicas do referido esporte, todavia nos traz um amplo campo de exploração para a produção de estudos bem como demonstra o potencial dos dados aqui apresentados como parâmetros de comparação a estudos futuros.

No presente estudo foram encontrados dados que, quando comparados de forma individualizada com as referências, ficou evidenciado que: o atleta com lesão traumática de T12, L1, L5 teve melhor desempenho na distância percorrida, para Corrêa e colaboradores (2018), o nível de lesão medular pode determinar o nível de capacidade física aeróbia, quanto mais alta for a lesão mais limitadas tende ser a captação máxima de O₂, bem com a FC devido a distúrbios de inervação autonômica. Sendo que o volume de treinamento influencia positivamente sobre diversas condições cardiovasculares, especialmente sobre o valor de VO₂máx, o que ficou evidenciado no presente estudo (CBBC, 2020). Se o nível da lesão for acima de T5 os distúrbios da enervação autonômica ficam mais evidenciados, devido a inervação simpática do coração derivar-se dos segmentos medulares de T1 a T4 (CORRÊA, 2018). O que responde à questão do DFA, nos resultados apresentados de 03 atletas com lesões respectivamente em T4, T7-T8, L1-L2

A PMS quando comparados os resultados com as referências, se mostraram satisfatórios com os atletas avaliados.

Nos valores de referência e os resultados individuais relacionados ao teste de FPP para o grupo estudado, apesar da mão dominante ser à direita os resultados obtidos nos atletas com lesão medular; T7 – T8 e L1 – L2, encontram-se abaixo do referencial indicado.



Um dos fatores que podem influenciar na avaliação da FPP, é a sinceridade do avaliado, pois pode depender de vários aspectos como o psicológico, o próprio entendimento em relação ao significado do teste (DIAS, 2010). Ainda o tamanho da empunhadura pode influenciar no desempenho da FPP (DIAS, 2010).

Considerando as correlações analisadas no presente estudo, foram encontradas correlações significativas entre a PMS e DFA, ($r=0,76$), demonstrando a alta relação entre a força de MMSS desempenho específico na cadeira de rodas. Neste sentido de desempenho em esportes de cadeira de rodas, destacamos a importância da avaliação de MMSS como um fator determinante. Embora avaliações através de teste isocinético sejam consideradas como padrão ouro na avaliação de força (BORMS et al., 2016), o teste de arremesso de *medicine ball* é uma estratégia exequível no trabalho em campo, e pelo exposto em nossos resultados, de alta correlação com o desempenho na modalidade de cadeira de rodas.

Para o WCMX a exigência da força e PMS é extremamente requerida para as manobras em pista. A geração de força muscular, independente da modalidade esportiva, é importante para diferentes gestos esportivos, como sprints, mudanças de direção entre outros (LEITE et al., 2020), sendo no WCMX os principais gestos específicos compostos de sprints e mudanças de direção associados ou não à execução de uma manobra, exigindo do praticante uma boa capacidade de força muscular e PMS, destacando a importância da avaliação específica desta capacidade na modalidade.

Complementarmente a avaliação da PMS se torna uma estratégia viável, e o teste de arremesso de bola de *medicine ball*, um teste amplamente conhecido e indireto utilizado para avaliar (LEITE et al., 2016).

Já para os resultados das correlações de FPP, este estudo demonstrou uma correlação moderada (direita e esquerda) com o desempenho físico (FPP/MSD, $r=0,65$ e FPP/MSE, $r=0,51$), demonstrando que avaliar a FPP em atletas praticantes de WCMX, pode ser um fator determinante para o desempenho e um valioso instrumento que poderá ser inserido nas baterias de testes físicos, específicos da modalidade. A dinamometria manual já foi destacada em estudos prévios como sendo um valioso e fidedigno instrumento que pode ser utilizado na detecção de talentos esportivos (FERNANDES et al., 2020; FRY, 2006), aqui reforçamos a sua aplicabilidade para detecção de uma capacidade relevante a ser avaliada em atletas do WCMX.



Nesse contexto no WCMX, a FPP está presente a todo instante, principalmente nas atividades dinâmicas de pista, onde requer frenagens rápidas, equilíbrio no ato de empinar a cadeira, além de alteração do Centro de Gravidade e controle de core, é necessário a FPP para estabilizar a cadeira de rodas em apenas duas rodas, conforme descrito no livreto de normas e regras da competição mundial de WCMX (DRS, 2019).

Outro fator que foi observado neste estudo destaque-se a alta correlação da PMS ($r=0,93$) e FPP (MSD $r=0,80$ e MSE $r=0,60$) com a FCfin, considerando novamente que essas capacidades representam forças biomecânicas que agem para mover a cadeira de rodas, assim sendo altamente requeridas para a realização dos testes de desempenho em usuário de cadeira de rodas, bem como, demonstram uma relação com capacidade atingir esforços superiores durante o teste.

Para o esporte em cadeira de rodas esta correlação é primordial para os resultados, o que nos leva a observar a contribuição positiva da atividade física para o cadeirante.

Ponto forte desse estudo além da apresentação do perfil físico, fisiológico e biomecânico dos atletas de WCMX, destacam-se as correlações positivas da PMS e FPP com o desempenho específico aeróbio nos testes para usuários de cadeira de rodas, ressaltando a importância de avaliação da FPP para a modalidade, considerando a necessidade isométrica manual em diversas manobras, o desempenho de velocidade e agilidade dos atletas, conforme descrito no livreto de normas e regras da competição mundial de WCMX (DRS, 2019).

Como limitações deste estudo, acreditamos que o número pequeno de participantes do estudo possa se configurar, entretanto este trabalho apresenta-se como um dos primeiros estudos que buscou avaliar parâmetros físicos, fisiológicos e biomecânicos nesta população, o que gera relevância sobre as variáveis analisadas e fornecem informações de parâmetros comparativos, e com uma metodologia que pode ser realizada em campo com a modalidade.

CONCLUSÃO

Este é um dos primeiros estudos a buscar a caracterização das variáveis, físicas, fisiológicas e biomecânicas dos atletas do sexo masculino praticantes de WCMX.

Este estudo apresentou dados que diferem em alguns aspectos daqueles observados na literatura, quando comparado com outros estudos, considerando a



especificidade da população aqui investigada até o momento. O WCMX é um esporte recente e todos os estudos, que fizeram parte da composição deste são comparativos, as características físicas, fisiológicas e biomecânicas diferem dos outros esportes como aqui citado, a classificação funcional dos esportes adaptados, facilita a compreensão das variadas modalidades, contudo é preciso conhecer as características físicas, fisiológicas e biomecânicas, este estudo vem assim contribuindo para o maior entendimento sobre a modalidade, e um marco inicial para uma futura descrição da classificação funcional, bem como o crescimento da modalidade. Considerando as variáveis investigadas a PMS e a FPP apresentaram relação com o desempenho físico específico para atletas cadeirantes, demonstrando a importância de observação destas variáveis para a modalidade e prescrição do treinamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHA. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: task force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

AURICCHIO, José Ricardo. Caracterização da prática do WCMX (hardcore sitting) no Brasil. CONGRESSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA DE JUNDIAÍ, 10, 2015. Jundiaí, SP: ESEF, 2015.

BACCIN, Paty de Avila. **Pistas de esportes radicais sobre rodas**: parâmetros para elaboração de projetos arquitetônicos. 2018. 250f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2018.

BOHANNON, Ricardo W. e colaboradores. Handgrip strength: a comparison of values obtained from the NHANES and NIH toolbox studies. **American journal of occupational therapy**, v. 73, n. 2, p. 1-9, 2019.

BOHANNON Ricardo W.; SCHAUBERT, Karen L. Test-retest reliability of grip-strength measures obtained over a 12-week interval from community-dwelling elders. **Journal of hand therapy**, v. 18, n. 4, p. 426-427, 2005.

BORMS Dorien; MAENHOUT, Annelies; COOLS, Ann M. Upper quadrant field tests and isokinetic upper limb strength in overhead athletes. **Journal athletic training**, v. 51, n. 10, p. 789-796, 2016.

CAPORRINO, Fábio Augusto e colaboradores. Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 33, n. 2, p. 150-154, 1998.



CORRÊA, Bruna Danielle Campelo e colaboradores. Avaliação e classificação da capacidade física aeróbia de atletas de basquetebol em cadeira de rodas. **Revista brasileira ciência do esporte**, v. 40, n. 2, p. 163-169, 2018.

CBBC. **Confederação Brasileira de Basquetebol em Cadeira de Rodas**. Disponível em: <<https://www.cbcb.org.br/modalidade>>. Acesso em 12 de abr. de 2020.

CBER. **Confederação Brasileira de Esportes Radicais**. Disponível em: <<http://www.cber.com.br/>>. Acesso em 20 de fev. 2021.

CBT. **Confederação Brasileira de Tênis**. Disponível em <<http://cibt-tenis.com.br/cadeirante.php?cod=6>>. Acesso em 20 fev. de 2021.

CHOW, John W. e colaboradores. Biomechanical comparison of two racing wheelchair propulsion techniques. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 33, n. 3, p. 476-484, 2001.

COLDHAM, Fiona; LEWIS, Jeremias; LEE Hoe. The reliability of one vs. three grip trials in symptomatic and asymptomatic subjects. **Journal of hand therapy**, v. 19, n. 3, p. 318-326, 2006.

CURTIS, Kate A. e colaboradores. Shoulder pain in wheelchair users with tetraplegia and paraplegia. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 80, n. 4, p. 453-457, 1999.

DRS. **Deutscher Rollstuhl-Sportverband e V. Fachebereich WCMX – WCMX World Competition Cologne**. Duisburg, Germain: DRS, 2019.

FERNANDES, Alex de Andrade; MARINS, João Carlos Bouzas. Manual Teste de força de preensão: análise metodológica e dados normativos em atletas. **Fisioterapia em movimento**, v. 24, n. 3, p. 567-578, 2011.

FLORES, Lucinar Jupir Forner e colaboradores. Avaliação da potência aeróbia de praticantes de rugby em cadeira de rodas através de um teste de quadra. **Motriz**, v. 19, n. 2, p. 368-377, 2013.

FRANKLIN, Barry A. e colaboradores. Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 71, n. 8, p. 574-578, 1990.

FRY, Andrew C. e colaboradores. Anthropometric and performance variables discriminating elite american junior men weightlifters. **The journal of strength and conditioning research**, v. 20, n. 4, p. 1-6, 2006.

JAIMES, Kristy Alejandra Godoy. **Avaliação biomecânica de usuários de cadeira de rodas manual**. 2016. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Universidade Federal do ABC, Santo André, SP, 2016.

GORLA, José Irineu; CAMPANHA, Mateus Betanho; OLIVEIRA, Luciana Zan de. **Teste de avaliação em esportes adaptados**. São Paulo: Phorte, 2008.



IPC. **International Paralympic Committee**. Disponível em <<https://www.paralympic.org/classification>>. Acesso em: 17 de nov. de 2022.

IWAS. **International Wheelchair and Amputee Sports Federation**. Disponível em <<https://wheelchairfencing.iwasf.com/about/>>. Acesso em 01 de jan. de 2021.

IWAS. International Wheelchair and Amputee Sports Federation. **Wheelchair fencing rules for competition - Book 4**: classification rules. London, United Kingdom: IWAS, 2018.

IWBF. International Wheelchair Basketball Federation. **Official player classification manual – prepared by the iwbf player classification commission**. Mies, Switzerland: IWBF, 2018.

IWBF. **International Wheelchair Basketball Federation**. Disponível em <<https://iwbf.org/the-game/classification/>>. Acesso em: 01 de jan. de 2021.

DIAS, Jonathan Ache e colaboradores. Força de preensão palmar: métodos de avaliação e fatores que influenciam a medida. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 12, n. 3, p. 209-216, 2010.

LEITE, Marco Aurélio Ferreira de Jesus e colaboradores. Using the medicine ball throw test to predict upper limb muscle power: validity evidence. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 22, e63286, 2020.

LEITE, Marco Aurélio Ferreira de Jesus e colaboradores. Medicine ball throw test predicts arm power in rugby sevens players. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 18, n. 2, p. 166-176, 2016.

MARCOLIN, Giuseppe e colaboradores. Personalized tests in paralympic athletes: aerobic and anaerobic performance profile of elite wheelchair rugby players. **Journal of personalized medicine**, v. 10, n. 3, p. 118, 2020.

MOLIK, Bartosz e colaboradores. Comparison of aerobic performance testing protocols in elite male wheelchair basketball players. **Journal human kinetics**, v. 60, p. 243-254, 2017.

MUKAKA, Muvoto M. Statistics corner: a guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi medicine journal**, v. 24, n. 3, p. 69-71, 2012.

OZMEN, Tarik e colaboradores. Explosive strength training improves speed and agility in wheelchair basketball athletes. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 20, n. 2, p. 97-100, 2014.

RIETVELD, Thomas e colaboradores. Wheelchair mobility performance of elite wheelchair tennis players during four field tests: Inter-trial reliability and construct validity. **PLoS One**, v. 14, n. 6, e0217514, 2019.



ROCCO, Fernanda Moraes; SAITO, Elizabete Tsubomi. Epidemiologia das lesões esportivas em atletas de basquete em cadeira de rodas. **Acta fisiátrica**, v. 13, n. 1, p. 17-20, 2006.

SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 107, n. 3, supl. 3, 2016.

SHECHTMAN, Orit; GESTEWITZ, Lisa; KIMBLE, Christine. Reliability and validity of the DynEx dynamometer. **Journal of hand therapy**, v. 18, n. 3, p. 339-347, 2005.

VIVEIROS, Luís e colaboradores. Ciência do esporte no Brasil: reflexões sobre o desenvolvimento das pesquisas, o cenário atual e as perspectivas futuras. **Revista brasileira de educação física e esporte**, v. 29, n. 1, p. 163-175, 2015.

Dados do primeiro autor:

Email: profdidiomani@gmail.com

Endereço: Rodovia do Açúcar, km 156, Taquaral, Piracicaba, SP, CEP: 13400-911, Brasil.

Recebido em: 28/07/2022

Aprovado em: 03/12/2022

Como citar este artigo:

SANTOS, Didiomani dos e colaboradores. Perfil físico, fisiológico e biomecânico e a relação entre as variáveis de desempenho em atletas amadores de wheelchair moto cross. **Corpoconsciência**, v. 26, n. 3, p. 173-192, set./ dez., 2022.