

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

JULIANA LANDOLFI MAIA

**PARÂMETROS RESPIRATÓRIOS E
ANÁLISE DE DESEMPENHO DURANTE
UMA PARTIDA DE RÚGBI EM
CADEIRA DE RODAS.**

Campinas
2010

JULIANA LANDOLFI MAIA

PARÂMETROS RESPIRATÓRIOS E
ANÁLISE DE DESEMPENHO DURANTE
UMA PARTIDA DE RÚGBI EM
CADEIRA DE RODAS.

Trabalho de Conclusão de Curso
(Graduação) apresentado à Faculdade
de Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção
do título de Bacharel em Educação
Física.

Orientador: Prof.Dr. Ricardo Machado Leite de Barros
Co-Orientadora: Prof. Mestranda Juliana Viana Paris

Campinas
2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA FEF – UNICAMP

M28p Maia, Juliana Landolfi
Parâmetros respiratórios e análise de desempenho durante uma partida de rúgbi em cadeira de rodas / Juliana Landolfi Maia. - Campinas, SP: [s.n.], 2010.

Orientadores: Ricardo Machado Leite de Barros. Juliana Viana Paris.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.

1. Rúgbi em cadeira de rodas. 2. Aptidão física. 3. Respiração - medição. 4. Cinemática – análise. I. Barros, Ricardo Machado Leite de. II. Paris, Juliana Viana. III. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. IV. Título.

asm/fef

Título em inglês: Respiratory parameters and analysis of performance during a match in athletes in wheelchair rugby.

Palavras-chaves em inglês (Keywords) : Wheelchair players. Quad rugby respiratory parameters. Physical performance. Kinematics analysis.

Data da defesa: 16/11/2010.

JULIANA LANDOLFI MAIA

PARÂMETROS RESPIRATÓRIOS E ANÁLISE DE
DESEMPENHO DURANTE UMA PARTIDA DE
RÚGBI EM CADEIRA DE RODAS.

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por Juliana Landolfi Maia e aprovado pela Comissão julgadora em: 16/11/2010.

Prof.Dr Ricardo Machado Leite de Barros
Orientador

Prof. Mestranda Juliana Viana Paris
Co-orientadora

Prof. Dr^a. Karine Jacon Sarro

Campinas
2010

Dedicatória

*O vosso amor atravessou 550 km de distância para estar comigo nestes cinco anos.
Seria impossível realizar esse sonho sem que vocês estivessem ao meu lado todos os dias,
mesmo que distantes.*

*Dedico esta monografia a razão da minha existência: Mãe Dinorá: meu exemplo de força
e luta, Mestre Fer ; meu espelho, Celsinho :minha vida, e a aquele que sempre lutou pela
melhor educação que eu pudesse ter: papai Celso in memoriam.*

Missão cumprida pai! Estou entre os melhores alunos do Brasil.

*A vocês todo meu esforço e toda alegria de poder compartilhar mais uma vitória: acima de
tudo: todo o meu amor.*

Agradecimentos

*“Você não sabe o quanto eu caminhei pra chegar até aqui,
Percorri milhas e milhas antes de dormir..
Eu não cochilei
Os mais belos montes escalei”
A Estrada – Cidade Negra*

Ao longo de minha vida sempre estive cercada de pessoas que com muito amor e tranquilidade me ajudaram a construir e realizar os tantos sonhos que tive. O apoio, as palavras de amizade, sobretudo de coragem acompanharam de perto meus sonhos e projetos.

O sonho de estudar na Unicamp começou em 2003 quando meus queridos professores e amigos do Colégio Militar de Curitiba diziam que as melhores Universidades do Brasil eram a Unicamp e a USP. Foi o suficiente para, ao ler um pouco sobre a Unicamp, me encantar.

E se aquela era a melhor Universidade do Brasil: a minha graduação não poderia ser em outro lugar.

Um desafio muito grande, já que soava estranho morar em outra cidade. Porém naquele momento decidi que daria o meu melhor..para estar entre os melhores, e assim esse sonho foi se construindo.

Minha família me apoiou com todas as forças e se envolveu em cada processo dessa caminhada, apoio incondicional e fundamental para que hoje eu possa dizer Muito Obrigada!

Lembro-me até hoje do dia em que parti da rodoviária de Curitiba com meus sonhos nas mãos, uma mochila nas costas e as lágrimas de quem deixa as pessoas mais importantes da vida para seguir um sonho, além do abraço carinhoso de minha mãe, da Fer e do Celsinho, trouxe na bagagem toda a luta que tive até chegar ali., os estudos incansáveis, as noites não dormidas, a dificuldade financeira, o apoio dos amigos, professores, familiares.. O caminho não foi fácil..

A chegada em Campinas veio cheia de desafios pessoais, construir uma vida de novo, relações sociais, ciclos de amizade, morar fora de casa..aprender a conviver com as diferenças e a resolver os problemas. A vida universitária teve tantos sinônimos que não sei se caberia aqui..

Hoje me resta agradecer...

Começo aqui, agradecendo a *Deus*:

Obrigada Senhor por mais uma manhã. Obrigada por se fazer presente em cada dia de minha vida através da minha família e dos meus amigos, pessoas que refletem o Seu Amor, obrigada por me permitir persistir mesmo que as pedras no caminho insistam em machucar e se fazer obstáculos. Obrigada por ser a Alegria da minha alma.

Obrigada *Mãe, Fere Celsinho* por comprarem comigo esse sonho.

Sei o quanto o esforço de vocês foi grande para que eu pudesse estar aqui estudando, obrigada por aguentarem firme a saudade e por me apoiarem incondicionalmente. Obrigada pelos abraços, pelas palavras de amor e incentivo de todos os dias, pela ajuda financeira, sei o quanto foi difícil, somente palavras não são suficientes para agradecer tudo o que vocês fizeram e fazem por mim.

Iiii, não posso esquecer-me de pedir desculpas também...ehehe desculpem-me pelas trapalhadas, por deixá-los de cabelo em pé há 600km de distância..Prometo não ter mais crises de choro ao telefone por causa de namoros perdidos ou momentos desesperadores da graduação (TCC que o diga!) e também não mais me desesperar com as crises de gastrite e asma. Prometo não me afogar mais com leite e ir parar na UTI!Prometo também não fazer mais cirurgias de recuperação difícil....viu mãe: essa história de levar bolada de frescobol na barriga aos 5 meses ainda vai render muita história..ahaha pelo menos foram 5 anos de grandes emoções!!

Obrigada a toda a família de Curitiba (tio Jefe, tia Ginho, Jefinho, Mara, Juju, Clau, Su, Kelly, Tia Genny, Tata, & Família Landolfi) que sempre me incentivou a continuar por aqui, e principalmente por compreenderem as minhas ausências neste período.

Obrigada aos amigos de Curitiba : TLC Ctba, Puc-PR, Colégio Militar o apoio de vocês foi fundamental!

Em cinco anos construí muita coisa!A começar por esta monografia:

Essa pesquisa não teria sido possível, se pessoas muito especiais não fossem pacientes em me ajudar nas muitas dúvidas do caminho:

Obrigada ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Machado Leite de Barros por me acolher na decisão de mudar de linha de pesquisa e me ajudar a construir esse trabalho e compreender os caminhos da pesquisa em Biomecânica.

Ju Paris! Guria..o que teria sido de mim sem você ahaha, obrigada por estar presente 24 horas me ajudando em cada passo dessa pesquisa, pela amizade e apoio durante este ano!: a dupla de Ju-s que deu certo!

Obrigada ao grupo da respiração pelo aprendizado constante apoio neste trabalho *Marlene, Amanda, Karine e Angélica*.

Aos voluntários da equipe de rúgbi em cadeira de rodas ADEACAMP, sem os quais essa pesquisa não seria possível, obrigada por me fazerem compreender que não há limites na vida quando a direção é a felicidade!

Obrigada ao *prof.Dr. Sérgio Cunha* por me trazer ao LIB em 2007 para ajudar no projeto do meu ATLETICO-PR!Mudei de linha de pesquisa, mas a direção continua a mesma, em tudo obrigada!

Aos amigos libianos: *Ju Excel, Felipinho, Ana Lorena, Jerusa* : meu agradecimento especial pela paciência e amizade!!! (O MatLab é meu amigo ahaha)

Vocês são exemplos dos profissionais que eu quero ser!

Pelas constantes ajudas nas coletas, pela convivência e risadas obrigada: *Miltinho, Marcião, Aline, Ana Francisca e Claudio*.

Obrigada aos amigos que fizeram o papel da minha família aqui, me ajudando a enfrentar os obstáculos no caminho; levando em casa em dias de chuva ;ao mercado; cuidando de mim quando precisei, detalhes que fizeram a diferença quando a saudade apertou.Obrigada pelos sorrisos, pela alegria, pela perseverança, pelo companheirismo.... meus eternos agradecimentos!!

Seria muito mais difícil sem vocês ao meu lado:

Amigos 06N :*Bianca e Jamison* (Como vou sobreviver sem vocês???ahaha), *Bruno Baquete, Frattini, Pedro, Julio, Thiaguinho, Thi Aguiar, Goiano, Carlão, Helo, Rodrigo, Ronaldo, André, Marise, Noelle, Lu, Lizis, Dadado, Mônica e todos os amigos 06N!*

Aos fefianos: *Nayla, Guido, Feco, Bonecão, Dani, Divino, Pedro05D, Pizani, Diego, Henrique, Jackie*, :obrigada pela amizade!

Aos companheiros de Repúblicas: *as gerações da RepTioDurval 2007-2010, a Evelin 2006, Camila, Aline e Ana 2010*.

Aos professores da FEF:*Lino Castelhani, Mara Patricia, Gorla, Gavião, Robertão, Sérgio Stuchi, Elaine* pelos ensinamentos preciosos.

Ao pessoal da pós: *Pablo, Cleiton*, Aos grupos *Fisex, Lantec, Depan e Lab Cardio* dos quais fiz parte, ao *Gepeama* pelo apoio na pesquisa!

Ao *TLC de Campinas e TLC de Mogi Guaçu* que me acolheram desde o primeiro ano de faculdade, obrigada pela amizade durante esses 5 anos, pela partilha, e pelo AMOR. ..não tenho como mensurar a minha gratidão por vocês!

A família *North Brasil*, sobretudo *Silvia e Yugi* pela amizade e crescimento pessoal e profissional! Obrigada pelos momentos preciosos que passei ao lado de vocês!

A *Apot, Hospital Costatini*, e todos os estágios pelos quais eu passei.

Em tudo:: Muito Obrigada por fazerem parte dessa história =)

Ju Curitiba

“Tudo é loucura ou sonho no começo. Nada do que o homem fez no mundo teve início de outra maneira - mas já que tantos sonhos se realizaram que não temos o direito de duvidar de nenhum.”

Monteiro Lobato

MAIA, Juliana Landolfi. **Parâmetros respiratórios e análise de desempenho durante uma partida, em atletas de rúgbi em cadeira de rodas**. 2010. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RESUMO

O rúgbi em cadeira de rodas é uma modalidade paraolímpica destinada a pessoas com tetraplegia ou com quadros equivalentes, que, em sua maioria sofreram lesão medular alta. Até a presente data, poucos foram os estudos acerca da análise cinemática para obtenção das variáveis de treinamento dessa modalidade: conhecer a distância percorrida, velocidades médias e o comportamento destes fatores, são interessantes para a compreensão da dinâmica desse esporte, sobretudo como informações relevantes para técnicos e atletas. Também não foram encontradas informações sobre a relação entre a função pulmonar e estas variáveis de desempenho físico. A disfunção respiratória é uma frequente complicação em lesados medulares, além disso a capacidade respiratória pode ser um indicativo do desempenho dos atletas no rúgbi em cadeira de rodas e também uma referência com relação as adaptações respiratórias ao exercício físico em lesados medulares. **Objetivos:** caracterizar uma partida de rúgbi em cadeira de rodas com relação as suas variáveis de treinamento, e verificar a correlação entre as maiores velocidades médias obtidas por cada jogador com a sua respectiva ventilação voluntária máxima (VVM), Classificação funcional (CF) e capacidade vital forçada (CVF). **Metodologia:** foram estudados sete jogadores de rúgbi em cadeira de rodas, lesados medulares nível C4 e C7, com classificação funcional na modalidade entre 1 e 3. As provas de função pulmonar foram realizadas de acordo com as orientações da American Thoracic Society, usando um espirômetro (Easy-One). Nessas provas foram medidas a capacidade vital forçada (CVF) e a ventilação voluntária máxima (VVM). Dois jogos durante o II Campeonato Brasileiro de Rúgbi em Cadeira de rodas foram filmados, utilizando duas câmeras de vídeo JVC (30Hz). Após, a imagem dos sete jogadores foram rastreadas, reconstruídas bidimensionamente, através do sistema Dvideo, e com isso calculado o valor da velocidade média de cada jogador. Na análise estatística, utilizou-se o software Matlab® aplicando testes lilliefors para verificação da normalidade dos dados e a correlação de Pearson, além do pacote Bioestat. 5.0 com o *Wilcoxon test*. **Resultados:** a espirometria apresentou os valores de CVF: 2.27 ± 0.9 , VEF1: 2.61 ± 0.9 e VVM: 153.2 ± 14 l/min. As equipes A e B na partida obtiveram um valor médio de 1553 ± 391 m percorridos, velocidades médias de 0.95 ± 0.22 m/s em cada período. Obteve-se uma correlação significativa estatisticamente da velocidade com a CVF. **Conclusão:** Os resultados da espirometria foram significativamente reduzidos em comparação com o previsto, o que os caracteriza sujeitos com distúrbios ventilatórios restritivos. As equipes obtiveram níveis inferiores aos comparados com a literatura quanto ao desempenho. Verificou-se também que menores classificações funcionais são diretamente proporcionais as distâncias percorridas pelos atletas, além de que essas velocidades estão predominantemente entre 1.37m/s e 2.74 m/s, o que caracteriza a modalidade como intermitente. Quanto à correlação a participação de variáveis como VVM, CVF e CF foi alta com a velocidade, porém não significativas, com exceção da VVM e a velocidade, possivelmente pelo baixo número de indivíduos analisados. Contudo, dada a utilidade prática dessas informações para o treinamento da modalidade, futuros estudos deverão conter um número maior de partidas analisadas, bem como análises espirométricas em outras equipes, ou dando continuidade a um estudo longitudinal nessa amostra expandindo assim, sua aplicabilidade.

Palavras- chave: Rúgbi em cadeira de rodas, análise cinemática, parâmetros respiratórios, desempenho físico.

MAIA, Juliana Landolfi. **Respiratory parameters and analysis of performance during a match in athletes in wheelchair rugby**. 67f. End of course work (Graduate), Faculty of Physical Education. State University of Campinas, Campinas, 2010.

ABSTRACT

The wheelchair rugby is a paraolympic modality intended for persons with tetraplegic or equivalent conditions, which, in its majority suffered medullar lesion, at the level of their cervical vertebrae. Until this date, few studies about the kinematics analysis to obtain the variables of training this modality were presented in literature. Knowing the distance travelled, speed medium and the behavior of these factors, are interesting for understanding the dynamics that sport, especially as information relevant for coaches and athletes. Also, no studies were not found with information about the relationship between pulmonary function and these variables of physical performance. The respiratory dysfunction is a frequent complication spinal cord injured person. In addition, the respiratory capacity may be indicative of the performance of wheelchair rugby players and also a reference on the adjustments to respiratory physical exercise of spinal cord injured people. **Objectives:** To characterize a wheelchair rugby match, with its variables of training, and to verify the correlation between the speeds averages obtained by each player with their respective maximum voluntary ventilation (MVV), functional classification (CF) and forced vital capacity (FVC). **Methodology:** it was studied seven players of wheelchair rugby, adversely affected medullary level C4 and C7, with classification functional modality between 1 and 3. The pulmonary function tests were carried out in accordance with the guidelines of the American Thoracic Society, using a spirometer (Easy-One). In these tests were measured the forced vital capacity (FVC) and the maximum voluntary ventilation (MVV). Two games during the II Brazilian Championship wheel chair Rugby were filmed, using two video cameras JVC (30Hz). After, the image of seven other players were tracked and 2D reconstructed, through the Dvideo system, and, with these data, the average speed of each jogador was calculated. In the statistical analysis, we used the software Matlab® to apply lilliefors test to check the normality of data and the Pearson correlation, in addition to the package Bioestat. 5.0 with the Wilcoxon test. **Results:** the spirometry had values of FVC; 2.27 ± 0.9 , VEF1; 2.61 ± 0.9 and $153.2 \text{ MVV} \pm 14 \text{ l/min}$. As teams A and B during the game, players showed an average value of $1680.0 \pm 423.62 \text{ m}$ of distance covered, speed average $0.95 \pm 0.22 \text{ m/s}$ in each period. A significant correlation was found between the speed and FVC. **Conclusion:** The spirometry results were significantly reduced in comparison with the procedure, which characterizes subjects with restrictive ventilatory disturbances. Related to performance, teams obtained smaller levels, compared to the literature. It was found-that minors functional classifications are directly proportional the distance covered by athletes, in addition to these speeds are predominantly between 1.37 m/s and 2.74 m/s , which characterizes the modality as intermittent. As the correlation between the participation of variables such as MVV, FVC and CF were high with speed, but not significant, with the exception of MVV and speed, possibly by the low number of individuals analyzed. However, given the practical usefulness such information for the training of modality, future studies should contain a greater number of matches analyzed, as well as analyzes spirometric in other teams, or giving continuity to a longitudinal study on the sample, thus extending its applicability.

Keywords: wheelchair players, quad rugby, respiratory parameters, physical performance, kinematics analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Medula Espinhal face anterior.....	36
Figura 2 -	Medula Espinhal face dorsal e ventral.....	36
Figura 3 -	Diagrama das excursões respiratórias.....	42
Figura 4 -	Quadra oficial de rúgbi.....	46
Figura 5 -	Indivíduo submetido à espirometria.....	52
Figura 6 -	Câmeras 1 e 2 visualizando as metades da quadra.....	54
Figura 7 -	Interface do dvideo mostrando rastreamento.....	54
Figura 8 -	Representação gráfica da trajetória dos jogadores.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Caracterização dos sujeitos.....	57
Tabela 2 -	Variáveis espirométricas em valores absolutos relativos.....	58
Tabela 3 -	Distância total percorrida, velocidade média e tempo de jogo das equipes A e B.....	60
Tabela 4 -	Comparação estatística entre as velocidades por período.	50
Tabela 5 -	Correlação entre velocidade VVM e CVF.....	52

LISTA DE QUADROS

Gráfico 1 - Distância acumulada no tempo 1 pela equipe A.....	46
Gráfico 2 - Velocidade em função do tempo de um atleta da equipe A.....	48
Gráfico 3 - Distância total percorrida por faixa de velocidade.....	49
Gráfico 4 - Distribuição das distâncias por faixa de velocidade A.....	50
Gráfico 5 - Distribuição das distâncias por faixa de velocidade B.....	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CV	Capacidade Vital
FEF	Faculdade de Educação Física
MDL	Miniaturized data logger
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VC	Volume corrente
VRE	Volume de reserva expiratório
VRI	Volume de reserva Inspiratório
VVM	Ventilação voluntária máxima
CFV	Capacidade vital forçada
CF	Classificação Funcional

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	31
1 INTRODUÇÃO.....	33
2 Revisão de Literatura.....	35
2.1 <i>Lesão medular traumática</i>	35
2.1.1 Anatomia da Medula Espinhal	35
2.1.2 Definições de Lesão Medular	37
2 Considerações sobre o sistema respiratório na lesão medular.....	39
2.2.1 Funções Musculares respiratórias e implicações na lesão medular.....	40
2.2.2 Lesão Medular e Exercício Físico.	43
3 Breve caracterização do rúgbi em cadeira de rodas.	45
3.1 A Modalidade.	45
3.2 Análise Cinemática no jogo de rúgbi em cadeira de rodas.....	47
4.MÉTODOS.....	51
4.1 Sujeitos	51
4.2 Protocolos Experimentais	52
4.2.1 Espirometria	52
4.2.2 Análise Cinemática.....	53
4.3 Estatística.....	55
5 Resultados e Discussões	57
5.1 Resultados obtidos por espirometria.....	57
5.2.0 Análise de Trajetórias de Jogadores de Rúgbi em cadeira de rodas.....	58
5.2.1 Análise das Distâncias Percorridas por Jogadores de rúgbi em cadeira de rodas	60
5.2.2 Análise das Velocidades de Jogadores de rúgbi em cadeira de rodas.	47
5.2.3 Distribuição das distâncias por faixas de velocidade	
5.3 Correlações entre variáveis cinemáticas e espirométricas em jogadores de rúgbi em cadeira de rodas.....	52
4. Considerações Finais	55
Referências	57
ANEXOS	61

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é resultado de uma busca que não sei ao certo quando começou. Nem sei se foi iniciada na graduação – provavelmente muito antes dela - mas que certamente representa ainda o início de uma jornada.

A vontade de vivenciar a Educação Física, estudando hoje o ser humano em movimento, surgiu no ano de 2005 quando muitas possibilidades se abriram dentro do curso, sobretudo após a minha vinda para a Universidade Estadual de Campinas. Na faculdade conheci muitas das áreas pertinentes ao curso: com algumas fiz questão de me envolver e descobrir melhor, seja na busca de realização profissional, seja pela importância que acrescentaria para minha formação, inclusive pessoal.

Passei pelas áreas de bioquímica do exercício, fisiologia do exercício voltada à reabilitação cardiovascular, novas tecnologias aplicadas à educação, biomecânica dos esportes aplicada ao futebol, sem contar os estágios nas áreas de saúde, lazer, esportes e educação física adaptada. Essas experiências foram tão ricas e tão intensas, que confesso ter sido um tanto quanto difícil a escolha pelo tema da minha Monografia. Muitas eram as possibilidades que não afunilavam e me faziam andar em círculos, até que surgiu a possibilidade de participação na linha de pesquisa do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica que estuda a respiração em lesados medulares, reunindo três das áreas em que tive maior interesse durante a graduação: biomecânica, fisiologia e educação física adaptada. Interessante ainda foi poder reunir minhas experiências nos estágios e iniciações científicas anteriores, no que hoje se fez meu trabalho de conclusão de curso, avaliando parâmetros respiratórios e análise de desempenho em atletas de rúgbi em cadeira de rodas durante uma partida.

1 INTRODUÇÃO

A participação em diferentes atividades oferece as pessoas com deficiência física à oportunidade de experimentarem sensações e movimentos, que frequentemente são impossibilitados pelas barreiras físicas, ambientais e sociais. Dentre essas atividades se destaca o esporte, muitas vezes já indicado desde a fase inicial do processo de reabilitação. (COLLEN 1991)

O rúgbi em cadeira de rodas é uma modalidade paraolímpica destinada a pessoas com tetraplegia ou com quadros equivalentes como sequelas de poliomielite, deformações e amputações em quatro membros (CAMPANA 2010), em sua maioria sofreram lesão medular de nível cervical, distrofias musculares, paralisia cerebral entre outras condições médicas (LIANZA, 1993). Nesse sentido, o grupo de rúgbi com o qual trabalhamos é em sua totalidade formado por lesados medulares tetraplégicos.

A disfunção respiratória é uma frequente complicação em lesados medulares e muitas são as consequências advindas das mudanças ocorridas na mecânica respiratória desses indivíduos como a superficialidade da respiração, ineficiência da tosse e do espirro, fatores que promovem alterações nos volumes, capacidades e pressões respiratórias (MULLER et al. 2006). Estudos acerca da resposta fisiológica ao exercício, ainda trazem poucas evidências que permitem afirmar quais as influências da prática do esporte ou atividades regulares na fisiologia respiratória em indivíduos com lesão medular (DALLMEJER et al. 2001; BROOKS, et al. 2005). Além disso, o rúgbi em cadeira de rodas é uma atividade aeróbica intermitente com períodos explosivos de esforços, o que requer elevadas demandas fisiológicas o que caracteriza a importância de uma análise da biomecânica, bem como a fisiologia respiratória nestes indivíduos. Como o esporte paraolímpico, sobretudo o rúgbi, é relativamente novo, poucos estudos quantitativos acerca da modalidade foram realizados até a presente data. Do mesmo modo, não é conhecido como a função pulmonar do jogador está associada a variáveis relacionadas com o seu desempenho.

Na busca de caracterizar a modalidade quanto ao desempenho foram quantificadas em uma partida: distâncias percorridas por cada jogador, deslocamento em quadra, velocidades médias individuais em cada período do jogo, bem como a média da distância percorrida pelos atletas e suas respectivas trajetórias durante a partida, fornecendo informações importantes para o desenvolvimento do treinamento nesta modalidade. Essas informações foram obtidas aplicando um sistema de rastreamento automático, Dvideo,

desenvolvido na Unicamp (BARROS et al. 1999, FIGUEROA et al. 2003) além da espirometria em repouso para a avaliação da função pulmonar.

O presente estudo teve por objetivo caracterizar as variáveis de desempenho físico dos atletas de rúgbi em cadeira de rodas participantes e investigar a correlação entre parâmetros respiratórios avaliados pela prova de função pulmonar completa, espirometria, especificamente a capacidade vital forçada e a ventilação voluntária máxima, e o desempenho físico do atleta na modalidade, mensurado pela velocidade média que ele atingiu em uma partida de rúgbi durante um campeonato oficial obtido pelo cálculo por meio da reconstrução bidimensional.

Para facilitar a compreensão o capítulo que contempla os resultados e a discussão será dividido da seguinte forma: cada resultado será descrito, seguidos da discussão sobre eles. Em um primeiro momento as variáveis cinemáticas obtidas serão descritas seguidas de comparação entre as equipes A e B durante essa partida e em um terceiro momento serão observados como os parâmetros respiratórios CVF e VVM além da classificação funcional, se comportam com relação à análise cinemática da equipe A analisada.

2 Revisão de Literatura

2.1 Lesão medular traumática

Por meio de revisão de literatura, foram realizadas considerações sobre a lesão medular, desde seu aspecto anatômico até a função respiratória, e também sobre a modalidade do rúgbi em cadeira de rodas como forma de caracterizar os atletas desta modalidade envolvidos na pesquisa.

2.1.1 Anatomia da Medula Espinhal

A medula espinhal é a estrutura responsável pela transmissão de impulsos nervosos, e é parte do sistema nervoso central (SNC). Ela é uma continuação caudal da medula oblonga e se estende da região entre a primeira vértebra cervical (atlas) até a primeira ou segunda vértebra lombar. A medula encontra-se protegida pelo canal raquidiano composto pela superposição dos forames vertebrais da coluna vertebral, esta, composta por 33 vértebras, sendo sete cervicais, doze torácicas, cinco lombares, cinco sacrais e quatro coccigeas, podendo existir uma quinta vértebra neste segmento, constituindo assim uma somatória de 34 vértebras.

Nos sulcos: lateral anterior e lateral posterior há uma conexão de pequenos filamentos radiculares que se unem para formar, respectivamente, as raízes ventral, responsável pela motricidade e a dorsal, responsável pela sensibilidade dos nervos espinhais propriamente ditos, como mostram as figuras 1 e 2. (MOORE e DALLEY, 2001)

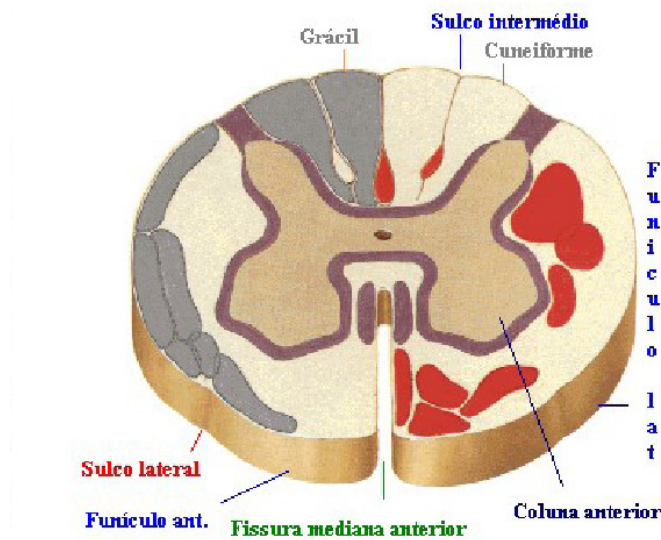


Figura 1 – Medula Espinhal face anterior, corte transversal.
Fonte: Atlas de Anatomia Sobotta, 2001.

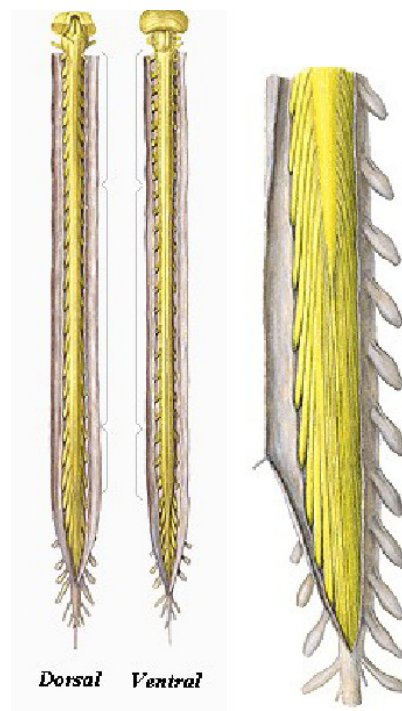


Figura 2 – Medula espinhal faces dorsal e ventral, corte longitudinal.
Fonte: Atlas de Anatomia Sobotta, 2001.

Da medula espinhal partem 31 pares de nervos divididos em anteriores e posteriores, sendo 8 cervicais, 12 torácicos, 5 lombares, 5 sacrais e um coccial. Na região cervical, as raízes nervosas emergem sempre acima da vértebra correspondente, enquanto a

partir da primeira vértebra torácica as demais raízes emergem abaixo da vértebra correspondente. Cada um destes nervos da medula espinhal inerva determinada região que abrange um grupo muscular. Os nervos conectam-se com o corpo através de raízes nervosas que saem da medula por meio da coluna vertebral fazendo conexões com os membros e vísceras. (DANGELO e FATINI 2006).

Cada raiz nervosa dorsal responsável pelas informações sensitivas inerva uma área específica da pele chamada de dermatômos. Da mesma forma que ocorre com os dermatômos, cada raiz nervosa faz conexões com um grupo de músculos. Enquanto um dermatômo usualmente, representa uma área específica da pele, a maior parte das raízes nervosas inerva mais de um músculo, assim como a maior parte dos músculos é inervada por mais de uma raiz nervosa (MOORE e DALLEY 2001).

Compreender a estrutura da medula espinhal faz-se necessário para a compreensão dos próximos conceitos acerca da lesão medular.

2.1.2 Definições de Lesão Medular

Entende-se por lesão medular um trauma ocorrido na medula espinhal devido a um abalo ruptura total ou parcial da transmissão medular, causando, assim, uma alteração da função normal da medula (SARTORI e MELO 2002).

O suplemento vascular para a medula espinhal origina de dois recursos principais, incluindo uma artéria espinhal anterior e posterior e uma série de ramificações espinhais que entram no forame vertebral e nos níveis sucessivos. A interrupção deste suplemento vascular para a medula resulta na privação de oxigênio e nutrientes e subsequente necrose do tecido neural. A artéria da medula espinhal é incapaz de desenvolver circulação sanguínea colateral para preservar a função neurológica (SODRÉ 2007). O rompimento dos axônios, a lesão das células nervosas e a ruptura dos vasos sanguíneos causam a lesão primária da medula espinhal, e, no estágio agudo da lesão (até 8 horas após o trauma) ocorrem hemorragia e necrose da substância cinzenta, seguida de edema. (JAWORSKI e WIRSTZ 1995). Ou seja, uma lesão na medula espinhal será determinada pelo nível de comprometimento nervoso atingido, tanto a parte motora, quanto sensitiva como vimos na anatomia da medula espinhal anteriormente.

A maioria das lesões na coluna (que contém a medula) é fechada e o tipo de acidente pode dar informações sobre o mecanismo de lesão, lesões por flexão são frequentemente associadas a acidentes automobilísticos, quando a cabeça é jogada violentamente para frente. Flexão e força rotacional ocorrem simultaneamente, e estão associadas com o deslocamento e fraturas.

Quedas são as causas mais comuns de lesões por hiperextensão, nas quais ocorre violenta extensão da coluna cervical. Fraturas explosivas são associadas com lesões de compressão vertical; há um aumento da velocidade do fluxo sanguíneo para o topo da cabeça, como acontece nos acidentes por mergulho. Esses mecanismos podem atingir diretamente partes da medula espinhal, ou causar concussão da medula, que é o termo utilizado para sintomas neurológicos transitórios com recuperação rápida. (WALLECK, 1994).

Quanto à etiologia, as lesões medulares podem ser classificadas em: traumáticas e não traumáticas. As lesões traumáticas (80%), provocadas principalmente por fraturas-luxações (acidentes de trânsito, mergulho em água rasa, esportes, quedas e acidentes de trabalho), estes tipicamente não seccionam a medula, mas a lesão é decorrente de esmagamento, hemorragia, edema e infarto. Ainda nas traumáticas, temos um grupo importante de ferimentos que seccionam diretamente os neurônios medulares (projéteis de arma de fogo e armas brancas). As quatro causas mais comuns de lesões medulares traumáticas são acidentes de trânsito (44%), quedas (18%), atos de violência - ferimentos por arma de fogo e arma branca (16%) e lesões esportivas (12%). (MENDES E ARAÚJO 2005)

A lesão direta da medula por projéteis ou por compressão de fraturas/luxações produz grau invariável de acometimento medular. Pode haver secções transversais, completas ou incompletas, ao nível dos segmentos afetados, ou hemorragia para dentro da medula na região do traumatismo e dos segmentos vizinhos. As lesões podem atingir uma só vértebra, ou atingir várias vértebras simultaneamente e o seu nível é determinado pelo segmento mais baixo da medula espinhal com a função motora e sensorial intactas. (SILVEIRA, 2000). A lesão completa envolve a perda de todas as funções motora, sensorial e reflexiva abaixo do nível da lesão medular. Na lesão incompleta há preservação parcial da função motora ou sensorial, ou ambas, abaixo do nível neurológico da lesão, já na lesão incompleta há preservação da função motora e/ou sensitiva abaixo do nível neurológico, incluindo os segmentos sacrais. Essas definições são importantes para compreender a funcionalidade e mobilidade de cada indivíduo com tetraplegia. quadro de paralisia associada à lesão medular.

O traumatismo da medula pode resultar em alterações das funções motora,

sensitiva e autônoma, implicando perda parcial ou total dos movimentos voluntários ou da sensibilidade (tátil, dolorosa e profunda) em membros superiores e/ou inferiores e alterações no funcionamento dos sistemas urinário, intestinal, respiratório, circulatório, sexual e reprodutivo. No próximo item serão colocadas algumas considerações acerca da função respiratória em lesados medulares, bem como sua relação com o exercício físico.

2.2 Considerações sobre o sistema respiratório na lesão medular

Após a lesão medular, os músculos inervados abaixo da lesão tornam-se enfraquecidos ou paralisados, quanto mais alta a lesão, maior será a consequência funcional sobre os músculos respiratórios. As tetraplegias e paraplegias torácicas altas definem um quadro de alterações respiratórias de acordo com a descendência da inervação comprometida, de forma que até o sexto nível torácico as inervações dos músculos abdominais não estão atuantes, provocando as alterações na mecânica, nos volumes e capacidades respiratórias (WINSLOW E ROZOVISKEY 2003).

Indivíduos com lesão medular possuem alterações na função respiratória devido ao seu comprometimento da inervação motora, sensorial e autonômica abaixo do nível da lesão. Estas alterações são caracterizadas por fraqueza ou paralisia dos músculos respiratórios, além da anormalidade da função pulmonar (HOPMAN et al. 2003; LINN ET. AL 2001) que com frequência promove o desenvolvimento de pneumonia, atelectasia e infecções respiratórias. Alterações de volumes e capacidades pulmonares também são observadas, causadas sobretudo por déficit muscular. (WINSLOW e ROZOYSKEY 2003)

A falta de coordenação na ativação dos músculos respiratórios provoca a redução da capacidade vital e a capacidade pulmonar que pode ser em virtude da síndrome restritiva do parênquima (DE TROYER, 1995). Pode ocorrer também a redução da ventilação e da eficácia das trocas gasosas como consequência da paralisia dos músculos respiratórios o que compromete a realização de atividades diárias (HOPMAN et al. 2003) e também os limites a capacidade de realização de atividades físicas.

A seguir, serão abordadas algumas considerações sobre a função respiratória, baseada em revisão de literatura por meio de estudos fundamentados na biomecânica e fisiologia do sistema respiratório em indivíduos normais comparados às alterações fisiológicas e mecânicas ocorridas após a lesão medular.

2.2.1 Funções Musculares respiratórias e implicações na lesão medular

Quanto à mecânica respiratória, o **músculo diafragma** ocupa função primordial durante o ato inspiratório, é o responsável por 70% da função respiratória em indivíduos normais sendo 40% desse valor para o volume corrente (AZEREDO 2002). Sua ação de contração inicia-se tomando como ponto fixo o centro frênico com depressão da convexidade de sua curvatura, o que proporciona um aumento vertical do tórax, através do relaxamento da musculatura abdominal e consequente diminuição da pressão intrabdominal. Deste modo, com o ponto fixo em suas inserções lombares e vertebrais e o centro de contração mais elevado, ocorre o aumento antero-posterior e latero-lateral da caixa torácica.

Os **intercostais**, formados por fibras extremamente curtas promovem uma ligação tônica entre as costelas, devido a sua origem e inserção entre as bordas das costelas. Nesse sentido, os intercostais controlam os espaços intercostais na inspiração estabilizando as costelas. O déficit da função dos intercostais nos lesados medulares, deprime a caixa torácica, dificulta a capacidade do indivíduo de expelir o ar dos pulmões durante a expiração e compromete também a tosse e o espirro (PRYOR 2002).

Os **músculos abdominais**, além de exercerem funções importantes como rotação e flexão de tronco, também participam do mecanismo respiratório na expiração forçada. Quando se contraem, a parede abdominal também é contraída mudando o volume pulmonar e então causando um aumento da pressão intrabdominal, isso promove a potencialização de contração de suas fibras, que atuam no auxílio da tosse e na expiração forçada. A musculatura abdominal e o músculo diafragma ilustram a relação antagonista-sinérgica indispensável para a eficiência do diafragma durante a inspiração.

Os **músculos acessórios** geralmente recrutados como forma de gerar um apoio ao ato expiratório, são os esternocleidomastóideos, escalenos, elevadores de escápulas e o trapézio.

Durante a expiração forçada como em manobras de tossir e espirrar, os músculos abdominais são os mais atuantes, em condições normais para o indivíduo. Já na tetraplegia com a condição de paralisia dos músculos abdominais devido a lesão medular, os músculos que tem inervação torácica como o redondo maior e a porção clavicular do peitoral maior, ativam-se para compensar esse esforço respiratório extra como durante o exercício físico por exemplo. Outro fator a ser considerado é a contração da musculatura do diafragma que promove em indivíduos normais, o aumento da pressão da cavidade abdominal e a

distensão da parede do abdômen devido a sua complacência. Os indivíduos após a lesão medular alta com consequente comprometimento da mecânica diafragmática, tem sua função prejudicada para as alterações pressóricas, uma vez que altera a excursão das cúpulas diafragmáticas ocasionando a diminuição da capacidade vital (MATEUS 2006).

A capacidade vital (CV) é definida como o máximo volume de ar que pode ser exalado dos pulmões, seguido a uma inspiração máxima sem que a mesma seja feita com esforço especial, ou seja é a soma do volume corrente (VC) com o volume reserva inspiratório (VRI) e expiratório (VRE), além disso a ventilação voluntária máxima (VVM) representa o volume máximo de ar ventilado em um período de tempo por repetidas manobras expiratórias, ela é também em média, 25% mais alta que a ventilação observada durante o exercício máximo. Para homens saudáveis, a VVM varia de 140 a 180 L/min. Há também a capacidade vital forçada (CVF) que representa o volume do ar exalado em um tempo específico nesta situação, como o volume expiratório forçado no 1º segundo da manobra de CVF, o (VEF1). (MCARDLE 2009).

Os valores estimados normais para a capacidade vital dos indivíduos são entre 10 e 15 ml por kg, cerca de 3, 5 L. O volume corrente (VC) é o ar inspirado e expirado a cada ciclo respiratório, e isso caracteriza um padrão prático para avaliação da ventilação pulmonar. A capacidade vital pode ser diminuída nos primeiros dias após a lesão medular devido a alguns fatores pontuais como: fadiga muscular, edema medular e complicações respiratórias que podem sofrer melhoras com a resolução destes fatores (LEADSOME 1981).

Leadsome e Sharp (1981) demonstraram em seu estudo que em indivíduos tetraplégicos C5-C6 foram observados valores iniciais da capacidade vital de 30% do valor normal estimado elevando a 58% em meses em cinco meses pós-lesão. A capacidade vital fornece uma indicação de tendência do desenvolvimento da função respiratória e pode ser registrada em todas as posições nas quais os indivíduos realizam suas atividades diárias (COSTA 2008).

A redução da ventilação e da eficácia de trocas gasosas como consequência da ventilação e da eficácia de trocas gasosas como consequência da paralisia dos músculos respiratórios compromete a realização de atividades diárias e também limita a execução e atividades físicas (Hopman 1997). A investigação da função pulmonar nos indivíduos portadores de lesão medular traumática, frequentemente, é conduzida por espirometria, tanto para avaliação do distúrbio ventilatório restritivo como para o obstrutivo. O emprego da espirometria nesses pacientes necessita de adaptação com base nos critérios da *American Thoracic Society*. A disfunção muscular presente nos indivíduos com lesão medular dificulta a

realização da manobra expiratória acima de seis segundos e favorece o aumento do volume retroextrapolado. A avaliação dos volumes pulmonares em tetraplégicos, particularmente a capacidade vital, a capacidade inspiratória e o volume de reserva expiratória encontram-se reduzidos em termos médios, respectivamente, da ordem de 52%, 71% e 21% dos previstos, com base nas equações para indivíduos hígidos. Por outro lado, tipicamente o volume residual encontra-se acima dos limites esperados, entre 120% a 200% dos valores de referência, demonstrando o importante comprometimento muscular expiratório. Apesar do aumento do volume residual, a capacidade pulmonar total encontra-se reduzida na ordem de 70% do previsto, confirmando o distúrbio ventilatório restritivo não-parenquimatoso (MATEUS 2006).

Visando facilitar o entendimento, na Figura 4 observa-se a representação gráfica dos volumes e capacidades pulmonares no indivíduo hígido.

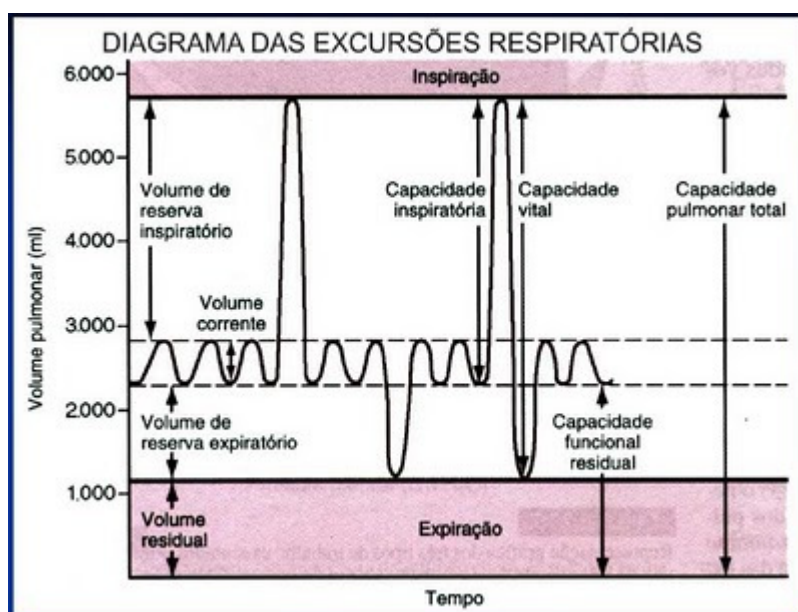


Figura 4 – Diagrama das excursões respiratórias. **Fonte:** <http://www.misodor.com/INTRESPIRATORIO.php> acesso em 10/07/2010.

Para realizar o diagnóstico de distúrbio ventilatório obstrutivo, torna-se indispensável conduzir três manobras expiratórias forçadas com qualidade, para avaliação dos fluxos expiratórios. Nos indivíduos com lesão medular traumática, especificamente nos tetraplégicos, essa condição encontra-se prejudicada pela fraqueza dos músculos expiratórios. Assim, o exame espirométrico pode fornecer informações importantes sobre a respiração forçada, sugerindo uma condição respiratória durante situações extenuantes como o exercício submáximo que caracteriza o rúgbi em cadeira de rodas.

2.2.2 Lesão Medular e Exercício Físico

Devido ao comprometimento do sistema respiratório em indivíduos com LM, a prática de atividades físicas esportivas tem sido estimulada nessa população com o objetivo de reabilitação e promoção de saúde (SCELZA et al. 2005). Alguns estudos com atletas em cadeira de rodas (GOOSEY-TOLFREY 2006, ABEL 2008) sugeriram algumas adaptações benéficas com relação ao exercício físico que incluem aumento na força muscular, desempenho e ergometria de braço que implicam na melhoria da qualidade de vida. (COSTA, 2005)

A redução da função respiratória em lesados medulares pode ocasionar um limite à capacidade de realizar exercícios. Embora não seja tão pronunciada, atletas com lesão medular, comumente referido como atletas em cadeiras de rodas, também experimentam uma redução no desempenho do exercício devido à diminuição da função respiratória. Logicamente, uma vez que o desempenho do exercício do atleta em cadeira de rodas é diminuído pela função pulmonar comprometida, é possível que um treinamento global nessa população possa vir a melhorar sua função. É sabido também que em indivíduos normais o treinamento com exercícios específicos dos músculos ventilatórios aprimora a sua força e endurance e faz aumentar tanto a função dos músculos inspiratórios quanto a VVM (MCARDLE 2009).

Os benefícios relatados na literatura sobre o treinamento de atletas com LM são: melhora do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máximo), ganho de capacidade aeróbica, redução do risco de doenças cardiovasculares e de infecções respiratórias, diminuição na incidência de complicações médicas (infecções urinárias, escaras e infecções renais), redução de hospitalizações, aumento da expectativa de vida, aumento nos níveis de integração comunitária, auxílio no enfrentamento da deficiência, favorecimento da independência, melhora da auto-imagem, auto-estima e satisfação com a vida e diminuição na probabilidade de distúrbios psicológicos (MEDOLA et al., 2009). A partir dessa vertente torna-se interessante estudar o comportamento desses indivíduos diante do exercício físico.

3 Breve caracterização do rúgbi em cadeira de rodas

O desenvolvimento do esporte adaptado ocorreu particularmente na Inglaterra e nos Estados Unidos (MATTOS 1990). No Brasil, iniciou-se em 1957 com o basquetebol em cadeira de rodas, quando surgiram também clubes especializados em esporte adaptado (LABROCINI et al. 2000), além de ter havido o crescimento e a difusão dentro dos centros de reabilitação, por ser considerado um instrumento motivacional importante.

Entretanto o acesso a esses centros por esses indivíduos devido às condições econômicas e sociais desfavoráveis é restrito, o que possivelmente justifica o fato de o esporte adaptado desenvolver-se em maior expressividade dentro das universidades. Nesse sentido, o ambiente acadêmico possibilitou maiores discussões, pesquisas e debates nesse campo, sobretudo na área das modalidades paraolímpicas.

O rúgbi em cadeira de rodas surge nesse contexto, tendo sua origem no Canadá, em 1977. Apesar de ser uma modalidade relativamente nova, sua expansão tem sido rápida mundo afora. Em 1996, nos Jogos Paraolímpicos de Atlanta, o rúgbi em cadeira de rodas estreou na maior competição paraolímpica mundial, já em Sydney (2000), as equipes eram formadas por homens e mulheres.

3.1 A Modalidade

O rúgbi em cadeira de rodas surgiu primeiramente para possibilitar que indivíduos tetraplégicos pudessem praticar, de forma efetiva, uma modalidade esportiva. Hoje, indivíduos com quadros de lesão equivalentes como amputações ou deformidades nos 4 membros do corpo, sequelas de poliomielite, paralisia, artrogripose múltipla congênita, entre outras patologias, podem praticar a modalidade (IWRF, 2010).

O posicionamento tático da modalidade é condicionado pela classificação funcional; esta é determinada por uma equipe que aplica uma série de testes motores inferindo uma primeira classificação e também observando os jogadores em situação de jogo, para que esta classificação possa ser confirmada e ajustada. Esta classificação funcional é dividida em 7 classes, a saber: (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5), que determina atletas de defesa e ataque sendo tipicamente de defesa os que possuem classificação (0.5 e 1.5), e de ataque os de classificação entre (2.0 e 3.5).

Cada equipe é composta por até 12 atletas, que podem formar equipes

mistas, inscritos em uma partida, mas somente 4 entram em quadra por vez. Não há limites para substituição, no entanto, a soma das pontuações dos 4 atletas não pode exceder 8.0 pontos na classificação funcional (IWRF, 2010).

O rúgbi em cadeira de rodas é praticado em uma quadra de dimensão 15 X 28m similar a de basquetebol e utiliza uma bola de circunferência 66 cm a 68 cm, massa 260 g a 280 g, que possibilita a participação de atletas mais comprometidos, facilitando a apreensão da bola. O objetivo do jogo é marcar o gol, delimitado por duas barras verticais na linha de fundo da quadra. Atualmente, a modalidade possui como regra uma partida disputada em 8 minutos, sendo que, a cada parada de bola, seja saída da quadra, seja falta ou gol marcado o cronometro regressivo é parado (IWRF, 2010).

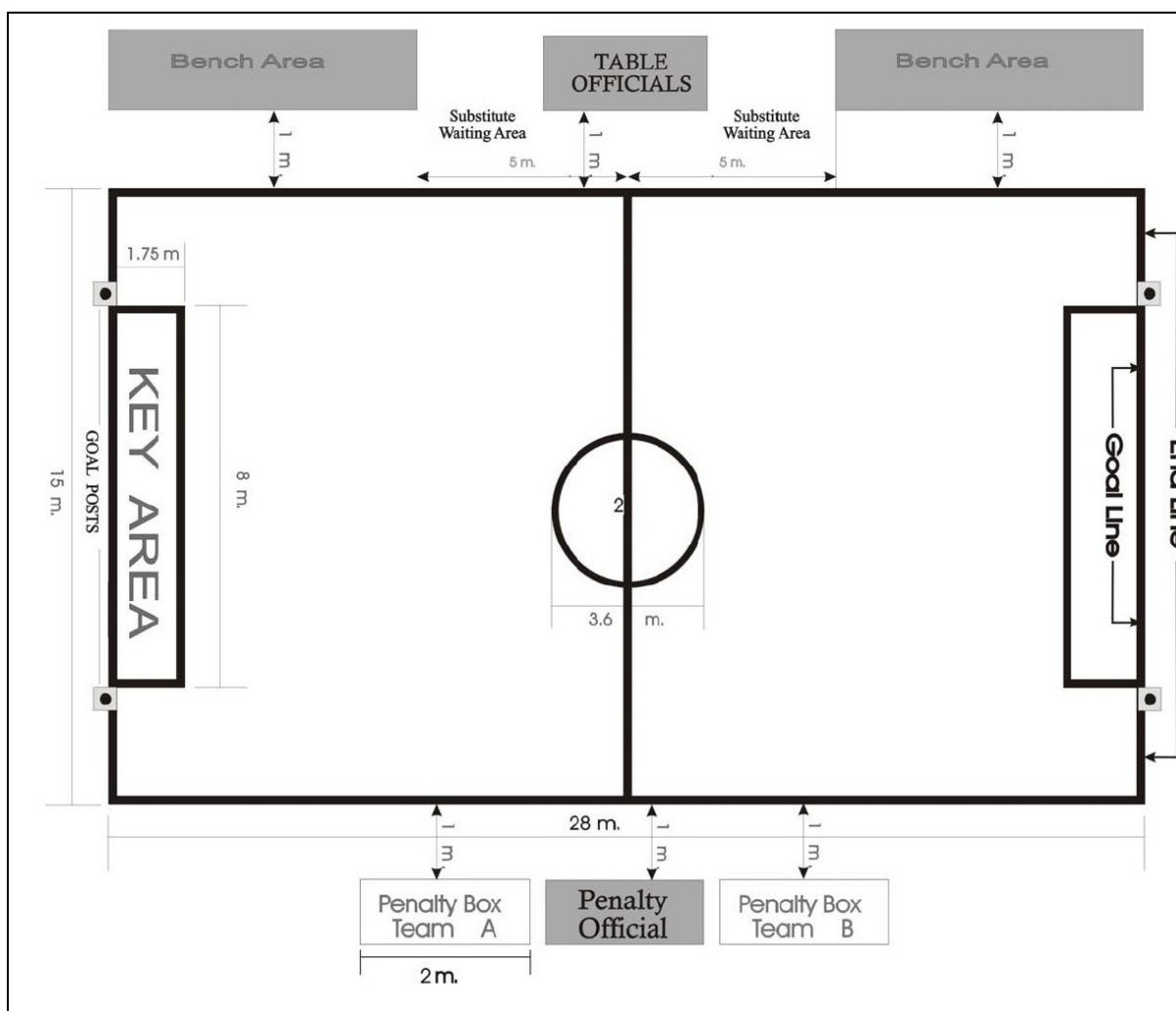


Figura 5- Quadra oficial do rúgbi em cadeira de rodas

A modalidade pode ser caracterizada como um esporte de metabolismo predominantemente anaeróbio (CAMPANA 2010) por conter estímulos intermitentes de

baixas e altas intensidades, (SARRO Et al., 2010). A dinâmica do jogo é contínua e intervalada com movimentos exclusivamente realizados pelos membros superiores.

3.2 Análise Cinemática no jogo de rúgbi em cadeira de rodas

Recentes avanços nas linhas de pesquisa das técnicas de processamento digital de imagens impulsionaram o desenvolvimento de métodos de análise cinemática a partir de imagens de vídeos em diferentes áreas, entre elas o esporte (MENEZES 2007). Essas técnicas permitem a quantificação de variáveis importantes para o processo de treinamento esportivo, já que fornecem indicativos de desempenho dos atletas, seja em esportes individuais ou coletivos.

Barros e colaboradores (2002) apontam a importância do desenvolvimento de metodologias capazes de detectar e codificar um grande número de informações disponíveis durante a partida a fim de obter-se a análise da dinâmica do jogo. Atualmente os mais sofisticados métodos de análise cinemática têm sido propostos como meio de fornecer informações sobre o desempenho em jogos de futebol. Nessa direção, Figueroa e colaboradores (2003), desenvolveram um sistema de rastreamento semiautomático baseado em técnicas de processamento de imagens, que permitiu a avaliação dos jogadores, bem como a dinâmica do jogo. Esse sistema de análise detecta o jogador como um simples ponto dentro do plano do campo de jogo o que permite realizar medidas da posição em função do tempo, o que traz uma melhor precisão temporal e espacial comparado a métodos de estimativa visual, por exemplo. Tal situação não interfere no desempenho do jogador e permite, portanto, a análise em condições reais. Por basear-se na simultaneidade de duas dimensões, o método permite a análise cinemática do movimento de todos os jogadores, obtendo a quantificação de variáveis do treinamento como distância total percorrida, velocidades, e as trajetórias obtidas por estes jogadores (BARROS et al. 2007).

Dentro do esporte paraolímpico, foram encontrados poucos estudos acerca de análises quantitativas, sobretudo com relação a análise cinemática do rúgbi em cadeira de rodas. Na literatura foram observados alguns estudos que objetivaram a quantificação de variáveis do treinamento, a saber:

Coutts (1991) propôs um método para medir velocidades e acelerações de

esportes em cadeira de rodas aplicados a um sistema de avaliação em jogadores de basquete, durante vários contextos por meio de um dispositivo magnético. No entanto, métodos baseados em palhetas magnéticas como o proposto pelo autor acima e também um dispositivo registrador de dados utilizado por Tolérico (2007), ou ainda modelos baseados em telemetria como o velocímetro, apresentado por Moss Et al. (2003), não podem ser utilizados em competições oficiais, pois tais procedimentos não são autorizados pela federação internacional de rúgbi em cadeira de rodas (IWRF 2010).

Sporner et al. (2009) observaram em seus estudos, onde o objetivo era estimar uma informação quantitativa acerca das características do rúgbi e do basquete em cadeira de rodas, que a média das distâncias percorridas por jogadores de rúgbi em cadeira de rodas foi de $2364,78 \pm 956,35$ metros em uma partida, com uma velocidade média de $1,33 \pm 0,25$ metros por segundo, além disso quanto maior a classificação funcional maior a distância percorrida durante a partida analisada. Esses dados foram obtidos através de um dispositivo fixado na cadeira de rodas chamado MDL – *miniaturized data logger*.

Sarro et al. (2010) propuseram um estudo de análise cinemática no rúgbi em cadeira de rodas, onde foram quantificadas variáveis como trajetórias dos jogadores, distâncias percorridas, distância acumulada no tempo, além de distâncias percorridas durante o tempo cronometrado. Os resultados obtidos foram analisados por meio de diagrama de campo, que permitiu a visualização das trajetórias dos jogadores durante o jogo, o que promove também a análise da função tática individual e coletiva realizada pelos jogadores, bem como a interação dos jogadores em quadra. Com relação a trajetória, este estudo observou que jogadores com menor nível de classificação funcional para o rúgbi (C.F 0.5) abrangeram menores distâncias em quadra com trajetórias ligeiramente concentradas na área chave, o que sugere uma participação na defesa. Com relação a distância percorrida em função do tempo com a análise de 8 jogadores, este estudo indica ainda, que as distâncias percorridas durante um tempo de jogo (períodos 1 e 2), estão diretamente relacionadas com a classificação funcional apresentando uma média de $2245,4 \pm 431,5$ metros por tempo de jogo e $2245,4 \pm 431,5$ metros de distância total, mostrando também que jogadores com maior nível de classificação, percorreram distâncias maiores e velocidades médias mais altas tanto no primeiro como no segundo tempo. O mesmo estudo mostra ainda que, entre o primeiro e o segundo tempo de jogo analisado ocorreu uma média de $1,05 \pm 0,20$ m/s (metros por segundo) nas velocidades individuais por tempo de jogo e uma diminuição da velocidade em 14,5% do primeiro para o segundo tempo, sendo esta uma característica observada em todos os jogadores, foi observado também que a redução maior da velocidade está relacionada ao

níveis mais baixos de classificação funcional.

Diante deste referencial teórico, a seguir serão apresentados a metodologia, resultados e discussões deste trabalho.

4 MÉTODOS

Para esta pesquisa foram utilizados dados da pesquisa intitulada “Análise da movimentação da caixa torácica dos volumes parciais do tronco e do desempenho em sujeitos com lesão medular praticantes de rúgbi em cadeira de rodas” sob autorização da autora (ANEXO B). O protocolo do estudo foi aprovado pelo comitê de ética desta instituição sob protocolo de número CAAE- 0825.0146.000-10.

4.1 Sujeitos

Um total de sete indivíduos do sexo masculino de nível neurológico de C1 até C7, tempo mínimo de lesão de seis meses e faixa etária entre 20 e 40 anos, participaram deste estudo.

Os sujeitos da pesquisa eram jogadores de rúgbi em cadeira de rodas de uma equipe oficial membro da ABRC- Associação Brasileira de Rúgbi em Cadeira de Rodas, que praticavam a modalidade no mínimo a seis meses. Os treinamentos ocorreram de três a quatro vezes por semana, com duração de duas horas, na UNICAMP. Essa equipe é a atual campeã nacional do Campeonato Brasileiro da modalidade e alguns de seus membros atuam também na seleção brasileira. Para a pré-avaliação dos sujeitos e verificação dos critérios de exclusão, foi utilizado um questionário, que se encontra no anexo A. Os critérios de exclusão foram tempo de lesão menor do que seis meses, presença de doença pulmonar cardíaca, presença de alergias e não regularidade no treino.

Após a seleção estes indivíduos foram submetidos aos procedimentos das manobras espirométricas no Laboratório de Instrumentação para Biomecânica da Faculdade de Educação Física da Unicamp. Durante o tempo de estudo, os participantes apresentaram uma condição clinicamente estável, e nenhum deles apresentou problemas respiratórios ou antecedentes de outras doenças. Para a realização desta pesquisa, os sujeitos foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa e os procedimentos a serem realizados através de um termo de consentimento livre e esclarecido que se no anexo C.

4.2 Protocolos Experimentais

4.2.1 Espirometria

O procedimento da espirometria foi realizado por uma fisioterapeuta, habilitada para o teste integrante do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica. As manobras foram realizadas em conformidade com a *American Thoracic Society* (1995) para a medição respiratória em condições de temperatura e pressão saturada. A espirometria foi conduzida por uma fisioterapeuta habilitada para esse procedimento, utilizando-se da espirometria de circuito aberto (Easy One TM, Medizintechnik, Zurich, Suíça). O sistema foi calibrado antes de cada prova de acordo com as restrições do fabricante. A previsão da função pulmonar foi baseada em equações de Pereira e AL (2002).

As manobras foram realizadas em conformidade. Os participantes foram orientados a realizar 3 manobras de capacidade vital forçada (CVF) e três de ventilação voluntária máxima (VVM). Os testes foram realizados com os indivíduos sentados em uma cadeira adaptada sem qualquer tipo de suporte abdominal. As manobras foram realizadas com clipe nasal. Foram mensurados os volumes expiratório forçado em um segundo (VEF1), bem como VEF1/CVF foram calculados a partir destes testes, em conformidade com a *American Thoracic Society* (1995) para a medição respiratória em condições de temperatura e pressão saturada. A espirometria foi conduzida por uma fisioterapeuta habilitada para esse procedimento, utilizando-se da espirometria de circuito aberto (Easy One TM, Medizintechnik, Zurich, Suíça). O sistema foi calibrado antes de cada prova de acordo com as restrições do fabricante. A previsão da função pulmonar foi baseada em equações de Pereira e AL (2002).

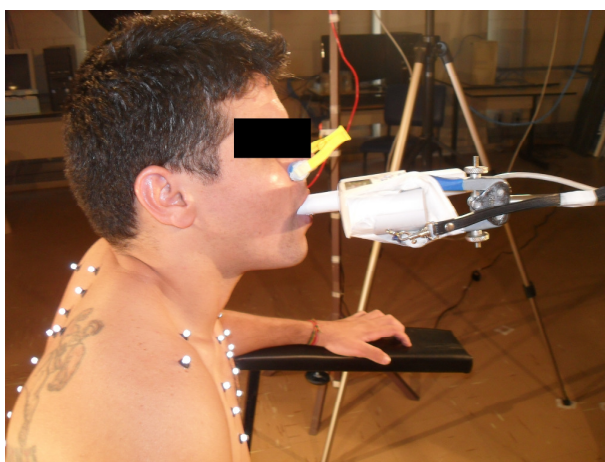


Figura 6- Indivíduo submetido ao teste espirométrico

4.2.2 Análise Cinemática através do rastreamento

Neste estudo utilizou-se um sistema para análise cinemática (Dvideo), visando obtenção de dados sobre a posição dos jogadores em função do tempo as variáveis cinemáticas obtidas a partir destes dados. Inicialmente, tal sistema será relatado com o objetivo de descrever a metodologia para a obtenção dos dados. Em seguida, o *software* Matlab® foi usado para o tratamento de dados e análise da partida.

O sistema Dvideo (BARROS et al. 1999; FIGUEROA et al. 2003), que é baseado em videogrametria, tem sido utilizado para a realização de análise cinemática de movimentos humanos como a marcha, postura, movimentos esportivos e análise de deslocamentos simultâneos entre várias pessoas, como em uma partida de futebol ou esportes coletivos e também está em desenvolvimento para a análise de jogos paraolímpicos como o rúgbi em cadeira de rodas.

Foram utilizadas filmagens de um jogo oficial durante o II Campeonato Brasileiro de rúgbi realizado em Paulínia em 2009. Essas imagens correspondem a filmagens realizadas por duas câmeras digitais JVC, numa frequência de aquisição de 30 Hz, posicionadas a 14 metros de altura onde permaneceram fixas do começo ao fim do jogo. Cada câmera filmou uma determinada região da quadra, de forma que as duas juntas, conseguiam enquadrar a quadra inteira (figura 7).

Todas as imagens realizadas foram autorizadas pela organização do evento. Após, as imagens foram transferidas para um computador e para a medição dos dados foi usado o sistema Dvideo.

O movimento estudado refere-se ao deslocamento de atletas em função do tempo durante uma partida. Esse movimento foi projetado sobre um plano determinado na definição do sistema de coordenadas associadas à quadra. Para isso, cada câmera continha informações de no mínimo quatro pontos da quadra (linhas laterais, grande área, linha do meio campo, etc), com distâncias conhecidas, que foram em seguida carregadas no Dvideo. Esse processo de definir um ponto de origem e fornecer a cada câmera as coordenadas reais dos pontos da quadra é chamado de calibração.

Feita a calibração passou-se para o processo de medição, que consistiu em obter as coordenadas bidimensionais da posição de cada jogador durante a sequência de imagens. Ela pode ocorrer de forma automática e/ou manual. Nesse estudo, a medição foi feita

manualmente e para isso a frequência dos dados foi convertida para 7, 5Hz, a figura a seguir mostra a interface do Dvideo durante o rastreamento (Figura 8).

A partir das informações da posição dos jogadores em função do tempo, tornou-se possível a quantificação das distâncias percorridas, considerando o volume total de jogo e a distância acumulada no tempo. Também foi obtido a análise das trajetórias dos jogadores e análise das velocidades dos jogadores. A quantificação dessas variáveis permitem comparar se os jogadores apresentaram aumento ou diminuição da distância percorrida entre o primeiro e o segundo tempo das equipes A e B, e verificar os jogadores que atuaram pela mesma equipe ou pelas equipes adversárias.

Logo após a medição realizou-se a reconstrução 2-D através do método “DLT – Direct Linear Transformation”, proposto por ABDEL-AZIZ e KARARA (1971). Em seguida, os dados foram suavizados através do filtro digital *ButterWorth*, sob parâmetro 0.1, disponível no software Matlab®.

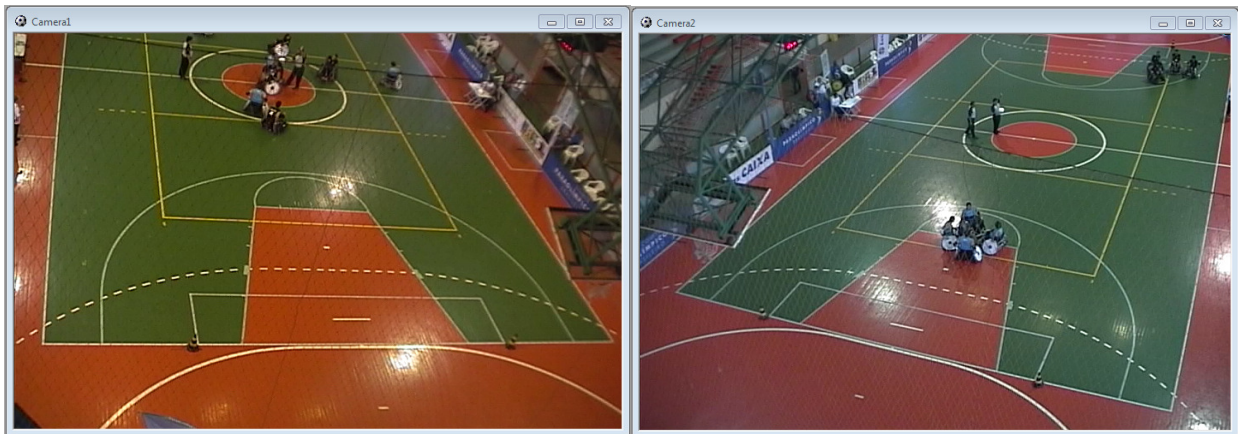


Figura 7 – Câmeras 1 e 2 visualizando as duas metades da quadra.



Figura 8: Interface do Dvideo mostrando o rastreamento.

4.3 Estatística

A análise cinemática fornece as trajetórias obtidas com o rastreamento dos jogadores através do Sistema Dvideo a partir da obtenção das coordenadas das posições dos jogadores em função do tempo, conforme descrito anteriormente, foram realizadas as seguintes análises:

- a) análise das trajetórias dos jogadores;
- b) análise das distâncias percorridas pelos jogadores;
- c) análise das velocidades dos jogadores.

Será realizada uma análise comparativa entre equipes diferentes A e B, buscando caracterizar uma partida de rúgbi em cadeira de rodas.

Para análise estatística foi verificado o padrão de normalidade dos dados, através do teste Lilliefors na análise das velocidades, e na análise das variáveis espirométricas expressa em valores absolutos.

5 Resultados e Discussões

Neste tópico serão apresentados os resultados seguidos das discussões para facilitar o entendimento.

5.1 Resultados obtidos por espirometria

Os resultados obtidos pela espirometria, bem como as características dos sujeitos estão apresentadas na tabela 1 quanto ao nível de lesão, tempo de treinamento, idade, massa corporal, altura, e resultados obtidos na VVM (Ventilação Voluntária Máxima) e CVF (Capacidade Vital Forçada), e os resultados do teste de função pulmonar são apresentados sob forma estatística na tabela 2.

Tabela 1 – Caracterização dos sujeitos pesquisados

	Idade	Massa corporal	Altura	Classificação	Nível de Lesão	Tempo de lesão	Tempo de treino	CVF (L)	VVM (L/min)
Sujeitos	(anos)	(kg)	(cm)	Funcional no Rúgbi		(meses)	(meses)		
1	21	69	174	2, 5	C7	60	12	3, 37	96
2	35	60	175	0, 5	C5	144	10	2, 88	139
3	32	62	176	1, 5	C6-C7	72	10	2, 74	132
4	23	53	160	2, 5	C6-C7	36	15	3, 45	131
5	32	80	183	1	C5-C6	192	6	1, 61	88
6	23	75	198	0, 5	C4	72	7	1, 2	54
7	19	78	184	2	C6-C7	60	15	3, 81	116
Média/ DP	26, 42± 6, 37	68, 14± 11, 63	178, 57± 11, 63	1, 5± 0, 8	-	90, 85± 55, 79	10, 70± 3, 54	2, 72± 0, 97	108± 30, 52

Tabela 2: Variáveis espirométricas expressas em média dos valores absolutos e relativos (n=7)

<i>Variáveis</i>	<i>Valores preditos</i>	<i>Valores Obtidos</i>	<i>% preditos</i>
CVF (L)	5, 35±0.7	2, 72±0.9	52, 5±21
VEF1 (L/s)	4, 55±0.5	2, 61±0.9	59, 2±25
VEF1/CVF	0, 86±0.02	0, 94±0, 04	--
VVM (L/min) *	153, 2±14	107, 3±28	7, 7±23

*CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM: ventilação voluntária máxima.Valores preditos a partir das Equações de Pereira et al. (2002)

Os dados apresentam as características dos sujeitos tetraplégicos, com lesões medular de níveis cervicais, a média de idade foi de 26, 42 ±6, 7 anos, com um período de treinamento médio de 10 meses pré-avaliação.Analisando as tabelas, observamos que os valores de CVF com 2, 27±0.9 l., VEF1 com 2, 61±0.9 l/s e VVM 153, 2±14 foram significativamente reduzidos em comparação com o previsto, o que os caracteriza sujeitos com distúrbios ventilatórios restritivos quando comparados a normalidade colocada pelas diretrizes da espirometria (PEREIRA 2002). A capacidade vital diminuída, associada à relação CVF/VEF1, nesta amostra em 0, 86 ±0, 02, também reduzida quando comparados a normalidade, fornece essa caracterização.

5.2 Análise Cinemática do rúgbi em cadeira de rodas, durante uma partida

Começaremos a análise cinemática por meio das trajetórias obtidas pelos jogadores: As trajetórias de jogadores de rúgbi em cadeira de rodas, assim como das outras modalidades desportivas, servem como ponto de partida para uma análise tática de cada jogador e da equipe, e também para o cálculo das variáveis cinemáticas diretamente relacionadas com a posição em função do tempo, que são neste trabalho, distâncias percorridas e velocidades. A obtenção das trajetórias de jogadores proporciona, a partir de análises de suas movimentações e ocupações de espaço na quadra de jogo, uma análise da

tática individual (permitindo identificar as funções táticas desempenhadas por cada atleta) e também uma análise da tática coletiva (interação entre os jogadores quanto à ocupação de espaços). Torna-se possível também a realização de comparações entre atletas de mesma equipe ou equipes adversárias que desempenham funções táticas diferenciadas individualmente ou coletivamente.

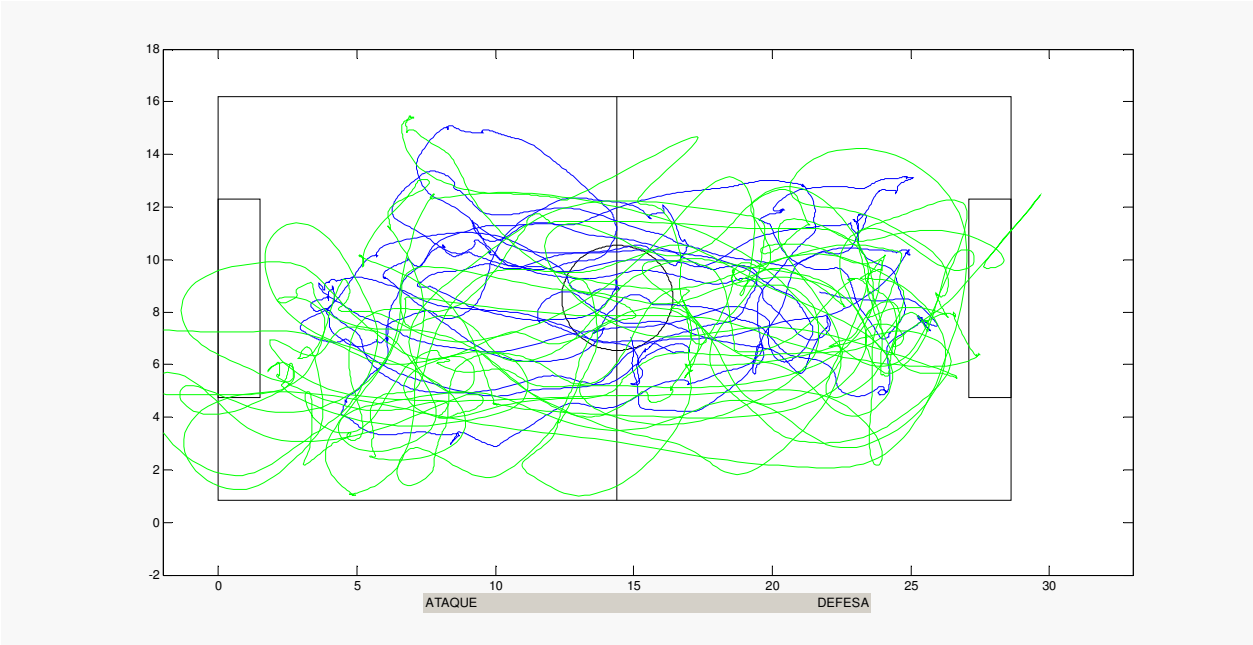


Figura 9 – Trajetórias durante o 3º período, dos jogadores 1 (verde) ; Classificação funcional 2.5, e 6 (azul) Classificação funcional 0.5

Na figura 9 estão representadas as trajetórias de dois jogadores da mesma equipe, com classificações funcionais diferentes. Percebe-se que os desenhos da trajetória seguem o mesmo padrão, o jogador 4 (classificação funcional 2.5), de ataque, tem uma maior mobilidade em quadra, enquanto o jogador 6 (classificação funcional 0.5), de defesa, concentra sua trajetória na área central da quadra. Como podemos conferir no ANEXO D, as trajetórias dos jogadores da equipe A que jogaram no mínimo 11 minutos completos, comparados as suas respectivas classificações funcionais, comportam-se de forma similar, o que caracteriza as trajetórias desta equipe na partida.

Essa trajetória representada graficamente é possível de ser observada também ao observar-se as distâncias percorridas pelos atletas, o próximo item explicará como se comportam essas trajetórias, a partir das distâncias percorridas. A tabela 4 apresenta uma comparação entre as distâncias percorridas, velocidade média e tempo de jogo de cada atleta das equipes A e B durante os quatro períodos.

5.2.1 Análise das Distâncias Percorridas e velocidades obtidas por jogadores de rúgbi em cadeira de rodas

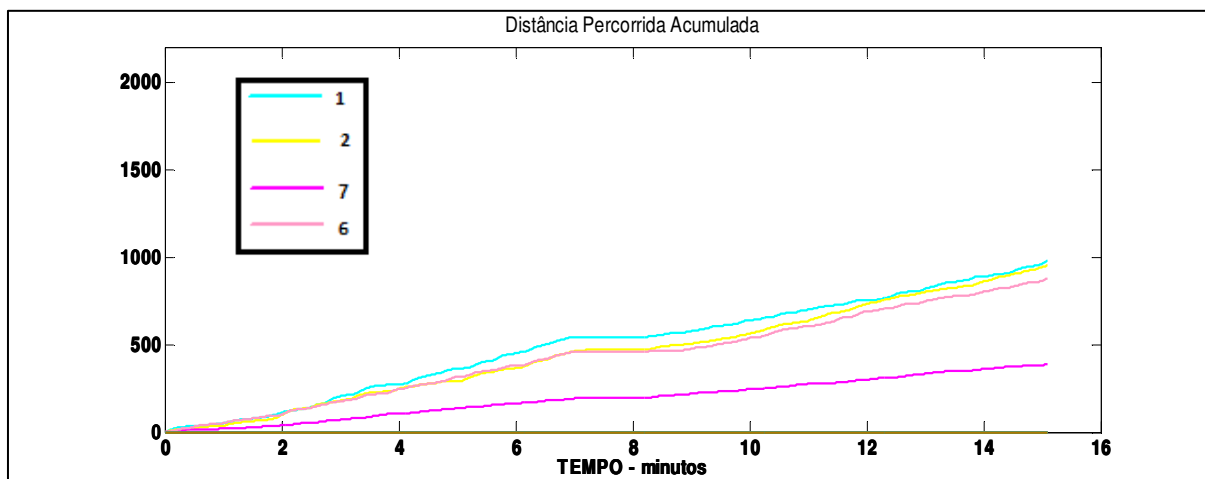
A tabela 4 apresenta o comportamento destas distâncias percorridas em cada período do jogo, bem como o tempo jogado por cada atleta, velocidades por período considerando-se o volume total na partida, os dados ausentes referem-se aos jogadores que não estavam em jogo.

Tabela 4 – Velocidade média, distância percorrida e tempo jogado pelos atletas das equipes A e B durante a partida. (1º, 2º, 3, º e 4º períodos)

Jogadores	Velocidade média (m/s)	Distância percorrida (m)	Tempo jogado (min)	Velocidade média (m/s)	Distância percorrida (m)	Tempo Jogado (min)	Velocidade Média (m/s)	Distância percorrida (m)	Tempo Jogado (min)	Velocidade Média (m/s)	Distância percorrida (m)	Tempo Jogado (min)
	No primeiro período			No segundo período			No terceiro período			No quarto período		
Equipe A												
1	1, 26	831	11	1, 72	412	4	1, 08	972	15	1, 01	1030	17
2	0, 61	475	13	0, 62	409	11	1, 05	945	15	0, 84	856	17
3	0, 93	613	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1, 09	850	13	1, 11	732	11	-	-	-	-	-	-
5	0, 63	75	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	0, 40	96	4	0, 42	378	15	0, 36	367	17
7	-	-	-	0, 85	204	4	0, 96	864	15	0, 77	785	17
Equipe B												
1	1, 25	975	13	0, 89	587	11	0, 90	810	15	0, 78	795	17
2	1, 01	787	13	0, 93	613	11	0, 70	630	15	0, 59	601	17
3	0, 77	600	13	0, 68	448	11	0, 90	810	15	0, 88	897	17
4	1, 01	787	13	1, 09	719	11	1, 04	936	15	0, 74	754	17

Outra forma de demonstrar as distâncias percorridas é através da distância acumulada pelo tempo. Esta forma de representação a partir das curvas em função do tempo (MISUTA et al. 2006) fornece indicativos de períodos de maior ou menor intensidade de acordo com a inclinação, ou seja, quanto maior a inclinação, maior a distância percorrida, o que permite analisar, por exemplo, o desempenho do jogador a partir de uma comparação entre inclinações de determinados trechos da curva no início e ao final de cada tempo de jogo (MENEZES 2007). Com isso, pode-se também, compreender a dinâmica das distâncias percorridas durante o jogo. O gráfico 1 representa as curvas de distância percorrida em função do tempo, pelos jogadores da equipe A que atuaram durante o 3º período da partida, dos quais possuímos a classificação funcional.

Gráfico 1 – Distância acumulada no tempo 1 pela equipe A



A partir da demonstração destes dados podemos inferir algumas observações sobre os resultados. Em uma primeira referência a literatura, Spornier et al. (2010) utilizaram-se de um dispositivo fixado na cadeira de rodas (MDL) para rastreamento de jogadores de rúgbi em cadeira de rodas e encontraram, para distância percorrida, um valor médio de $2364,78 \pm 956,35$ metros.

Sarro et al. (2010) utilizaram-se de análise cinemática para realizar o rastreamento e descobriram uma média de $2245,4 \pm 431,5$ metros de distância percorrida durante um tempo de jogo, ambos os estudos concordam que quanto menor a classificação funcional, menor a distância percorrida em jogo. Nesta direção, verificamos que as equipes A e B, obtiveram um valor médio de $1680,0 \pm 423,62$ metros, demonstrando que o nível de treinamento interfere nesse volume total da distância percorrida, já que a literatura traz

valores de referência de uma equipe de alto rendimento, e as equipes em questão encontravam-se na fase inicial de treinamento. Observando a inclinação das curvas é possível verificar que de fato, jogadores com maior classificação funcional tendem a percorrer distâncias maiores, como podemos observar no sujeito 1, de classificação funcional 3.0 que percorreu no 3º período 1083 metros, enquanto o sujeito 7, de classificação funcional 0.5, percorreu 785 metros no mesmo período. Isso demonstra que, de fato, estas dinâmicas de distâncias percorridas variam de acordo com a posição tática do indivíduo, e portanto, de acordo com a sua classificação funcional. Ao compararem-se estas observações com os das pesquisas citadas entende-se que as dinâmicas de distâncias percorridas encontradas nesta pesquisa concordam com a literatura.

As análises de distâncias percorridas pelos jogadores de rúgbi, ou mesmo deste comportamento das distâncias percorridas apresentado, fornecem informações significantes da performance desses jogadores em situações competitivas. Esses dados podem ser utilizados pelos preparadores físicos para o planejamento dos treinamentos físicos particulares de cada posição tática, trabalhando sobretudo a especificidade do treinamento no rúgbi em cadeira de rodas. A distância percorrida calculada durante o tempo do jogo, fornece informações pontuais acerca do volume total desta partida, o que pode se relacionar diretamente a condução da preparação física dessas equipes, contribuindo no planejamento do treinamento da capacidade física, resistência aeróbia, por exemplo, dentro da periodização.

5.2.2 Análise das Velocidades de Jogadores de rúgbi em cadeira de rodas

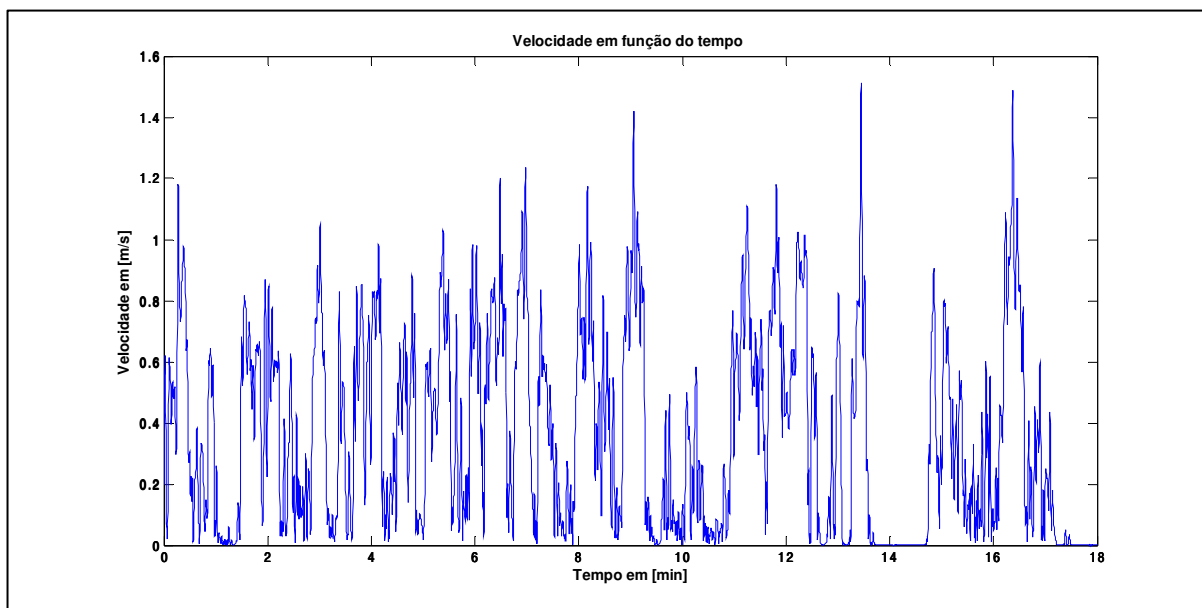
Neste trabalho são apresentadas duas formas de análise dessa variável: as curvas de velocidade em função do tempo e a distribuição das velocidades em faixas de intensidade.

A tabela 3, informa as velocidades individuais por equipe, e por período de jogo durante uma partida

Como as distâncias percorridas variam muito conforme a classificação funcional, uma maneira mais coerente de analisar o desempenho é o descrever segundo a velocidade média nesses jogadores. O gráfico 2 representa a curva de velocidade de um jogador durante o segundo tempo de uma partida (divididos em primeiro e segundo quartos)

contendo informações de aproximadamente 7716 quadros de imagens (contendo 17 minutos de jogo). Corresponde a um jogador da equipe A que atuou na posição de ataque durante o jogo. Os demais jogadores, tanto da equipe A quanto da equipe B obtiveram o mesmo comportamento com relação a velocidade.

Gráfico 2 – Velocidade em função do tempo de um atleta da equipe A



A partir desses dados é possível obter informações sobre os tempos de permanência em diferentes faixas de velocidades (gráfico 3), de acordo com a intensidade dos esforços. Para isso, foi adotada a divisão em faixas de velocidades de acordo com a divisão proposta por Sarro et al. (2010), porém por tratar-se de equipes com nível de treinamento mais baixos, se comparados a uma equipe de alto rendimento, adaptamos as faixas de velocidade da seguinte maneira:

- a) **parado**: deslocamentos que ocorreram com velocidades entre 0 e 0.2 m/s;
- b) **deslocamento lento**: deslocamentos que ocorreram com velocidades entre 0.2 e 1.37 m/s;
- c) **deslocamento moderado**: deslocamentos que ocorreram com velocidades entre 1.37 e 2.74 m/s;
- d) **deslocamento rápido**: deslocamentos que ocorreram com velocidades entre 2.74 e 4.11 m/s;
- e) **deslocamentos acima de 4.11 m/s**.

Como justificativa para considerarmos como faixa de velocidade “parado” os deslocamentos entre 0 e 0.2 m/s, de onde verificou-se que em algumas situações durante a sequência de imagens em que podemos considerar os jogadores parados esses apresentavam, graficamente, velocidades ligeiramente diferentes de zero (distribuição acumulada no tempo). As demais velocidades foram distribuídas de forma a constituírem partes iguais.

Com os dados de tempo de permanência de acordo com as faixas de velocidade torna-se possível a análise da distribuição de velocidades de cada atleta e das equipes A e B em determinado momento do jogo (Gráficos 4 e 5).

Gráfico 3– Distância percorrida por faixa de velocidade pelo jogador 4 (Classificação Funcional 2.5) durante o 3º período do 2º tempo de partida.

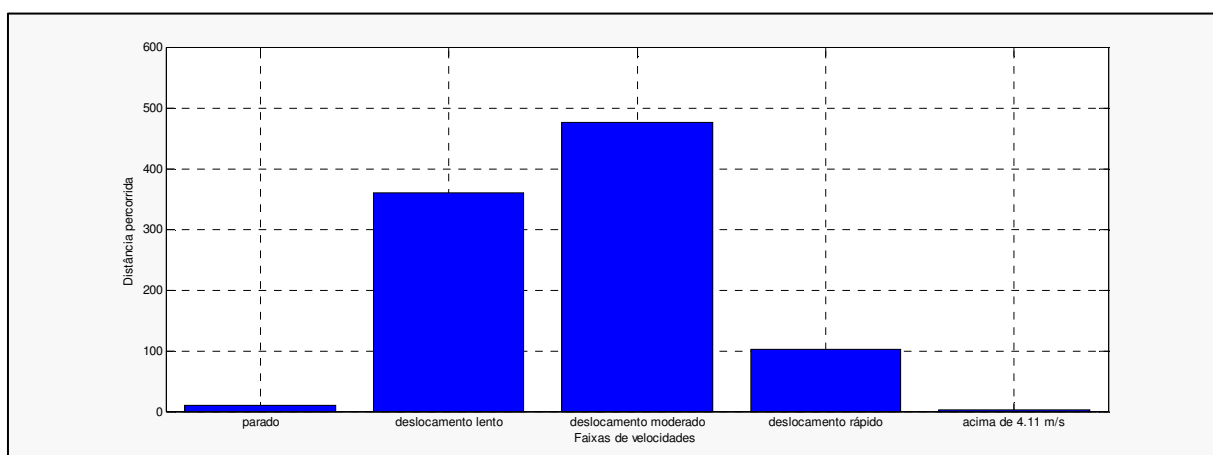


Gráfico 4- Distâncias distribuídas por faixa de velocidade pela equipe A

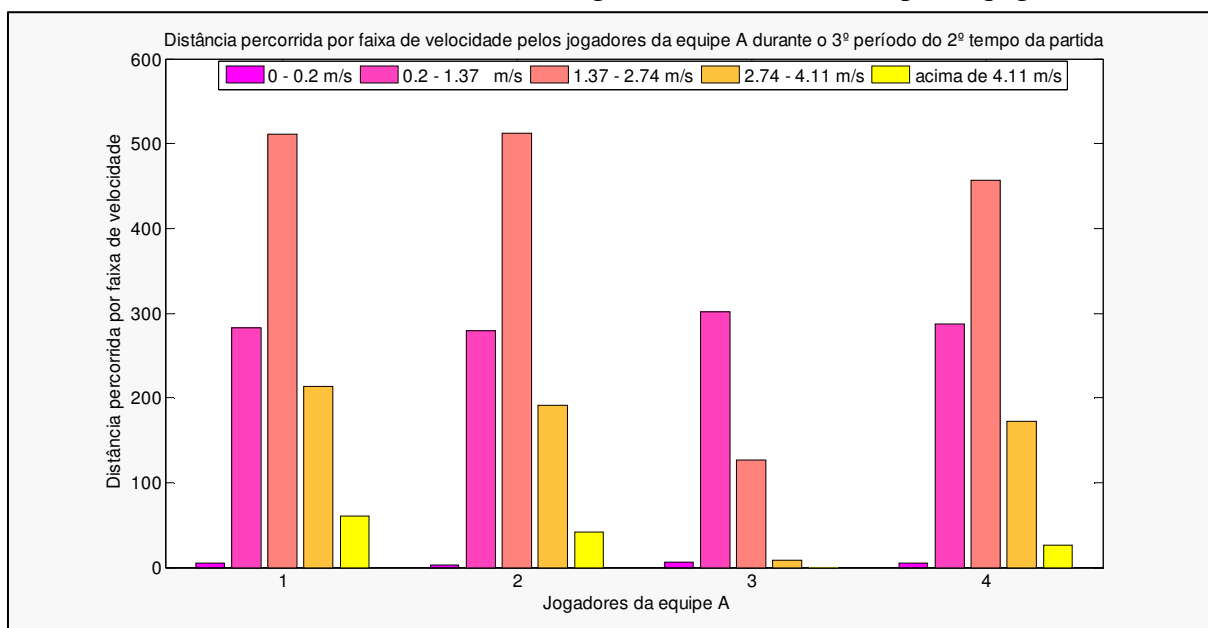
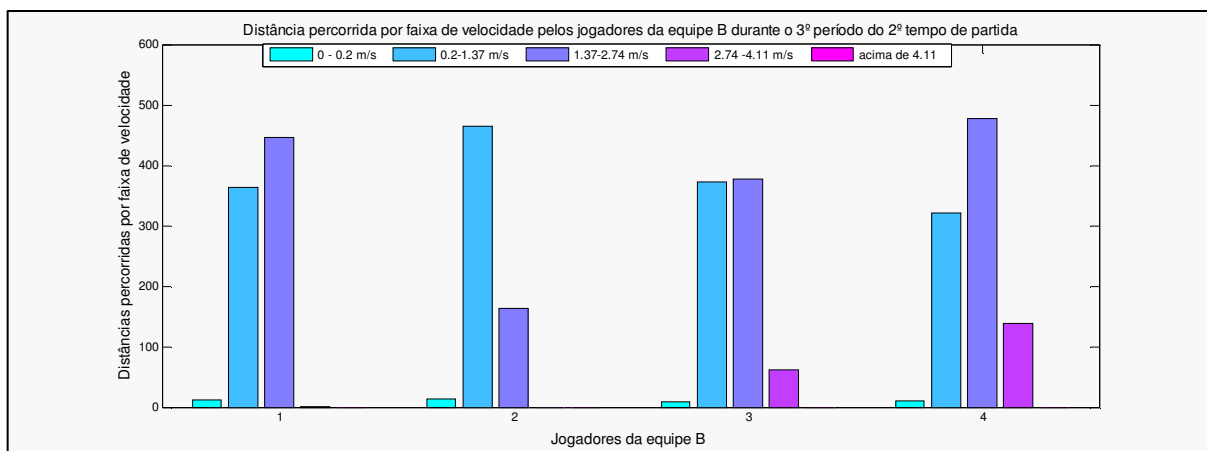


Gráfico 5- Distâncias distribuídas por faixa de velocidade pela equipe B durante o 3º período do 2º tempo de partida



Para a análise das velocidades, em um primeiro momento, realizamos uma análise estatística entre os períodos, a fim de verificar a existência ou não de diferenças significativas dentro da mesma equipe e entre as equipes A e B.

Na tabela 4 estão demonstrados os resultados dessa análise que possibilitaram a seguinte discussão:

Tabela 4- Análise das velocidades por equipe nos diferentes períodos do jogo

	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
	Velocidade [m/s]	Velocidade [m/s]	Velocidade [m/s]	Velocidade [m/s]
EQUIPE A	0.90±0.2	0.94±0.5	0.87±0.3	0.74±0.2
Média e DP				
EQUIPE B	1.0±0.2	0.89±0.1	0.88±0.1	0.74±0.1
Média e DP				
Comparação entre os períodos da equipe A		Comparação entre os períodos da equipe B		
1 X 2	P=0.62	1 X 2	P=0.37	
1 X 3	P=0.62	1 X 3	P=0.62	
1 X 4	P=0.25	1 X 4	P=0.25	
2 X 3	P=0.62	2 X 3	P=0.87	
2 X 4	P=0.62	2 X 4	P=0.37	
3 X 4	P=0.12	3 X 4	P=0.12	

A curva da velocidade em função do tempo apresentada pelo gráfico 2 mostra que a dinâmica das velocidades no rúgbi em cadeira de rodas varia muito, com baixas e altas intensidades. Pela tabela percebe-se que no primeiro período a equipe A obteve médias de velocidades menores do que a equipe B durante o jogo. Estatisticamente não houve diferença significativa, possivelmente pela amostra pequena, como mostra a tabela, entre os diferentes períodos do jogo ou na equipe A, na equipe B.

Ao analisar as velocidades, a literatura por meio de Sarro et al. (2010) diz que a média das velocidades de uma equipe de alto rendimento foi de 1.22 m/s no primeiro tempo, e 1.05 m/s no segundo tempo, o que confere uma diferença de rendimento entre os diferentes níveis das equipes. Já Spörner ET. AL. (2010), obtiveram em seus estudos, médias das velocidades em 1.45 m/s, 1.15 m/s e 1.27 m/s em um estudo com jogadores de rúgbi veteranos, essas velocidades foram categorizadas por idades neste estudo, resultados também superiores quando comparados com as equipes A e B.

O gráfico 3 representa o tempo de permanência em cada faixa de velocidade pelo jogador 4 (classificação funcional 2.5) da equipe A durante todo o terceiro período do segundo tempo da partida. Podemos notar que a faixa com o maior tempo de permanência, é a que compreende velocidades entre 1.37 e 2.74 m/s (deslocamento moderado). Uma distribuição bem semelhante a essa é observada no gráfico 4 e 5 onde são apresentadas as distâncias percorridas por faixa de velocidades nas equipes A e B. Essa distribuição de velocidades, na qual os deslocamentos com velocidades inferiores a 4.11 m/s são predominantes, tem uma razão baseada na dinâmica do jogo. O rúgbi em cadeira de rodas é caracterizado fortemente por dois períodos: um ofensivo e outro defensivo. O jogador que está em posse de bola deve deslocar-se para buscar espaços vazios para a realização dos ataques. Seu defensor direto se desloca na direção desse atacante para realizar o bloqueio e os demais jogadores deslocam-se com velocidades baixas, principalmente no setor defensivo, entretanto há de se considerar as particularidades de cada classificação funcional, que também individualizam os sistemas de defesa e ataque nessa modalidade, inclusive alterando a pontuação durante o jogo.

As mudanças de intensidade apresentadas comprovam que a modalidade é de fato intermitentes, como a maioria das modalidades coletivas, essa informação pode, porém, definir o tipo de treinamento da resistência aeróbia, intervalado, por exemplo, além da intensidade da preparação física bem como a necessidade desse tipo de treinamento na especificidade da modalidade. A análise da velocidade média permite uma caracterização das dinâmicas dos jogadores em quadra, já que fornece informações sobre o espaço percorrido em

determinado tempo o que permite uma comparação entre os jogadores e entre as equipes, já que não depende somente das distâncias percorridas, que nessa modalidade são específicas dentro de cada classificação funcional.

5.3 Correlações entre variáveis cinemáticas e espirométricas em jogadores de rúgbi em cadeira de rodas

Com as informações obtidas pela espirometria e com a análise cinemática apresentamos agora a correlação entre estas duas variáveis, que estão descritos na tabela 7. A análise desta correlação é importante, pois sugere dados importantes na avaliação do desempenho dos atletas do rúgbi em cadeira de rodas no que se refere ao sistema respiratório

Tabela 5 – Correlação entre velocidade, Classificação funcional, Ventilação Voluntária Máxima e Capacidade Vital Forçada

VARIÁVEL	r
Classificação Funcional x Velocidade	0.69
Capacidade Vital Forçada x Velocidade*	0.89
Ventilação Voluntária Máxima x Velocidade	0.70

*Diferença significativa $p < 0.005$

Para esta correlação foram selecionadas as velocidades médias obtidas pela equipe A entre os períodos da partida (variável dependente) e as respectivas classificações funcionais, capacidade vital forçada e ventilação voluntária máxima (variáveis independentes). Essas duas manobras espirométricas foram escolhidas por aproximarem-se da condição respiratória durante o exercício físico, a VVM que representa o número máximo de ar ventilado em um período de tempo e a CVF que representa o volume de ar expirado durante a manobra da CV, essas duas variáveis foram consideradas dada a importância destas durante o teste de função pulmonar, é a CVF, por exemplo, que delimita o fato de, durante a

expiração existir um limite para o fluxo máximo que pode ser atingido em qualquer volume pulmonar isso também durante o esforço máximo e submáximo. Por definir um limite para o fluxo, essa curva é sensível a maioria das doenças pulmonares (Pereira 2002), fator relevante para caracterizar os jogadores de rúgbi quanto a resposta destas variáveis ao treinamento físico, já que a média de tempo de treinamento dessa equipe é de 10 meses, além de ver como elas se comportam em relação a velocidade que corresponde a variação da distância percorrida no tempo, ou seja nos dá a ideia da dinâmica do jogo.

De forma geral, foram observadas correlações moderadas a forte entre as variáveis, porém a correlação entre a velocidade e a classificação funcional e a VVM não foram significativas, ao contrário da capacidade vital forçada que além da correlação alta ainda apresentou-se significativa estatisticamente, demonstrando uma relação direta entre a velocidade e essa variável.

6 Considerações Finais

Podemos assim concluir que, entre os atletas de rúgbi em cadeira de rodas analisados, observou-se uma possível restrição pulmonar, a partir dos exames espirométricos.

A partir da análise cinemática constatou-se que as equipes A e B durante a partida analisada obtiveram níveis inferiores aos comparados com a literatura. verificou-se também que menores classificações funcionais são diretamente proporcionais as distâncias percorridas pelos atletas, além de que essas velocidades estão predominantemente entre 1.37m/s e 2.74 m/s, essa distribuição de velocidades caracteriza também a modalidade como intermitente.

Com base no modelo de correlação obtido pela presente investigação, a participação de variáveis como VVM, CVF e CF, configuraram correlação com a velocidade, porém não significativas com exceção da correlação entre a CVF e a velocidade, possivelmente pelo baixo número de indivíduos analisados. Porém, dada a utilidade prática dessas informações para o treinamento da modalidade, futuros estudos deverão conter um número maior de partidas analisadas, bem como análises espirométricas em outras equipes, ou dando continuidade a um estudo longitudinal nessa amostra expandindo assim, sua aplicabilidade.

Outra sugestão é analisar também um grupo controle, em nível inicial de treinamento, além de avaliar o consumo máximo de oxigênio nos sujeitos já treinados observando também sua correlação com o desempenho físico. Um estudo longitudinal seria também interessante.

Referências

ABEL T. et al. Energy expenditure in ball games for wheelchair users. **Spinal Cord**, v.46, p.785-790, 2008.

BARROS R. M. L, et al. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise tridimensional de movimentos humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, p.79-86, 1999.

BARROS R. M. L, et al. A method to synchronise video cameras using the audio band. **Journal of Biomechanics**, v.39, n. 2006, p.776-780, 2004.

BROOKS, D. et al. Is inspiratory muscle training effective for individuals with cervical spinal cord injury? **A qualitative systematic review Clinical Rehabilitation**, v. 19, p. 237-246, mar, 2005.

CAMPANA, M. B. **O rúgbi em cadeira de rodas; aspectos técnicos e táticos e diretrizes para o seu desenvolvimento**. 2010. 159f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2010.

COLLEN F. M. et al. The Rivermead mobility Index: a further development. **Rivermead motor assesment international durability studies**, v.13, p. 50-54, 1991.

COUTSS K. D. Dynamics of wheelchair basketball. **Med Sci Sports Exerc** v.24, n.2, p. 231-234, 1992.

COSTA, V.S.P. **Efeito do uso da cinta abdominal elástica na função respiratória de indivíduos lesados medulares na posição ortostática**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Enfermagem, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22132/tde-14092005-090747/pt-br.php>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

DALLMEIJER, A, WOULD, V. Health related functional status in men with spinal cord injury: relationship with lesion level and endurance capacity. **Spinal Cord**, v.39, p.577±583, 2001.

DANGELO, José Geraldo; FATTINI, Carlos Américo. **Anatomia humana, sistêmica e segmentar**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Atheneu Rio, 2006.

DE TROYER, A; ESTENNE, M; HEILPORN, A; Mechanism of active expiration in tetraplegic subjects. **The new england journal of medicine**, v. 314, n.12, p.740-744, 1986.

FIGUEROA, P. J., LEITE, N. J., BARROS, R. M. L. Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. **Computer Vision and Image Understanding**, v. 101, p. 122-135, 2006.

GOOSEY-TOLFREY, V. et al. Aerobic capacity and peak power output of elite quadriplegic games players. **British Journal of Sports Medicine**, v.40. p. 684-687, 2006.

International Wheelchair Rugby Federation Technical Commission, 2006. IWRF. **International rules for the sport of wheelchair**. Disponível em: >ftp://iwrf.com/Rules.and.Cover.Letter.pdf < Acesso em 05 set. 2010.

JAWORSKI, M.A; WIRTZ, R.M. **Spinal Trauma: Emergengy nurs. A phisiologic and clinical perspective**.2. ed. Philadelphia 1995, p 357-376.

LEADSOME, J; SHARP, J. Ventilatory function in acute cervical cord injury. **American Review of Respiratory Disease**, v.124, p.41-44, 1981.

LIANZA, S. **Medicina da Reabilitação**. 3. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 1993.

LINN, W. S; ADKINS, R. H; GONG, H. Pulmonary Function in Chronic Spinal Cord Injury: A Cross-Sectional Survey of 222 Southern California Adult outpatients. **American Congress Of Rehabilitation Medicine And The American Academy Of Physical Medicine And Rehabilitation**, Downey, Ca., v. 81, p.63-757, 2000.

MATEUS, S. R. M. **Determinação dos Valores de Referência das pressões respiratórias estáticas máximas na lesão medular traumática**. Tese (Doutorado)-Faculdade de Medicina, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MATTOS E. Esportes adaptados para portadores de deficiências físicas: implicações e aplicações. Anais, **Simpósio Paulista de Educação Física Adaptada**, 3. São Paulo, 1990

MCARDLE, W. D. **Fisiologia do Exercício;energia, nutrição e desempenho humano**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ed.Guanabara Koogan, 2008.

MEDOLA, F. O. et al. **A lesão medular e o esporte adaptado em cadeira de rodas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

MENEZES, R. P. **Análise cinemática das trajetórias de jogadores de handebol obtidas por rastreamento automático.** Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2007.

MICHELE L.S. et al. Quantification of activity during basketball and rugby at National Veterans Wheelchair Games: A pilot study. **Prosthetics and Orthotic International**, v.33, n.3, p.210-217, 2003.

MOORE, K. L; DALLEY, A. F. **Anatomia Orientada para a Clínica.** 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

MOSS, A. D.; FOWLER, N. E.; TOLFREY, V. L. A telemetrybased velocometer to measure wheelchair velocity. **Journal of Biomechanics**, v. 36, p. 253-257, 2003.

MUELLER, G.; PERRET, C.; SPENGLER, C. M. Optimal Intensity For Respiratory Muscle Endurance Training In Patients With Spinal Cord Injury **J Rehabil Med**, v.0, n. 0, p. 0-0, 2006.

SARRO, K. J. et al. Tracking of wheelchair rugby players in the 2008 Demolition Derby final. **Journal Of Sports Science**, London, v.0, n. 0, p. 1-8, 2010.

SARTORI, N.R; Melo, M.R.A. Necessidades no cuidado hospitalar do lesado medular. **Medicina**, v. 35, n. 2, p. 152-159, abr/jun., 2002.

SCELZA, W. M. et al. **Perceived barriers to exercise in people with spinal cord injury.** **Am J Phys Med Rehabil**, v.84, p. 576-83, 2005.

SILVEIRA, P. R. Trauma Raquimedular: diagnóstico e tratamento na emergência. **Jornal Brasileiro de Medicina**, v. 8, n. 6, p 17-37, jun., 2000.

SODRÉ, Paula Canova. **Estudo sobre a disfunção sexual de mulheres com lesão medular.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SPORNER, M.L; GRINDLE, G.G; KELLEHER, A. Quantification of activity during wheelchair basketball and rugby at the National Veterans Wheelchair Games: A pilot study. **Prosthetics And Orthotics International**. Pittsburg, v. 3, n. 33, p. 210-217, 2009.

TOLERICO, M. L. et al. Assessing mobility characteristics and activity levels of manual wheelchair users. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 44, p. 561-572, 2007.

WINSLOW, C.; ROZOSVISK, J. Effect of Spinal Cord Injury on the respiratory System. **American Journal Physiology Med.Rehabilit**, v. 82, p. 803-814, 2003.

ANEXOS

ANEXO A

Questionário

Nome Profissão data:

Data de nascimento Telefones:

Massa corporal: Altura:

1) Há quanto tempo você tem lesão medular?

Não :____ Sim:_____

2) Você sabe seu nível de lesão? Se sim, qual?

Não :____ Sim:_____

3) Pratica algum esporte? Se sim, qual, há quanto tempo e quantas vezes por semana?

Não :____ Sim:_____

4) Realiza fisioterapia ou algum outro tratamento? Se sim, há quanto tempo e quantas vezes por semana?

Não :____ Sim:_____

5) Tem ou já teve alguma doença pulmonar e/ou cardíaca?

Não :____ Sim:_____

6) Tem ou já teve alguma doença importante?

Não :____ Sim:_____

7) Faz uso de dispositivo, adaptação, orteses? Se sim, quais?

Não :____ Sim:_____

8) Apresenta alguma alergia? Se sim, qual?

Não :____ Sim:_____

9) Já realizou alguma cirurgia? Se sim, onde?

Não :____ Sim:_____

10) Sente-se cansado com frequência?

Não :____ Sim:_____

11) Tem hábito de fumar? Se sim, há quanto tempo e quantos maços por dia?

Não :____ Sim:_____

ANEXO B

Declaração

Eu, Juliana Viana Paris, responsável pelo projeto intitulado “Análise da movimentação da caixa torácica, dos volumes parciais do tronco e do desempenho em sujeitos com lesão medular praticantes de rugby de cadeira de rodas”, autorizo a aluna de graduação em educação física da Universidade Estadual de Campinas, Juliana Landolfi Maia, a utilizar os dados obtidos em meu projeto de mestrado em andamento sob protocolo de número 029/2010- 0028.0.146.000-10, em seu trabalho de conclusão de curso.

Por ser verdade, firmo o presente:

Fisioterapeuta Juliana Viana Paris CREFITO3 54884-F

ANEXO C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, portador do RG nº _____, residente à _____, cidade de _____, Estado _____, Telefone nº _____

declaro que aceitei participar da pesquisa intitulada “Análise da correlação entre dados espirométricos e desempenho em sujeitos com lesão medular praticantes de rugby de cadeira de rodas”, que tem como objetivo geral analisar os volumes e capacidades pulmonares e o desempenho físico de lesados medulares praticantes de rugby de cadeira de rodas, desenvolvida pela pesquisadora Juliana Landolfi Maia, no Laboratório de Instrumentação para Biomecânica da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação do professor doutor Ricardo Machado Leite de Barros.

Nesta unidade fui devidamente informado que esta procedimento será realizado em dois momentos distintos, agora e daqui a um ano, e que:

1. Será feita uma avaliação espirometrica sendo necessário o uso de um clipe nasal e um bocal, colocado externamente, para garantir que o ar durante as expirações sejam coletado para o aparelho, sem prejuízo para pessoa.
2. que a pesquisa é de caráter voluntário e poderei, a qualquer momento, retirar-me do pesquisa, sem que com isso venha ser prejudicado nos demais serviços realizados UNICAMP.
3. que receberei uma cópia deste termo de consentimento.

Campinas, SP, _____, de _____ de _____

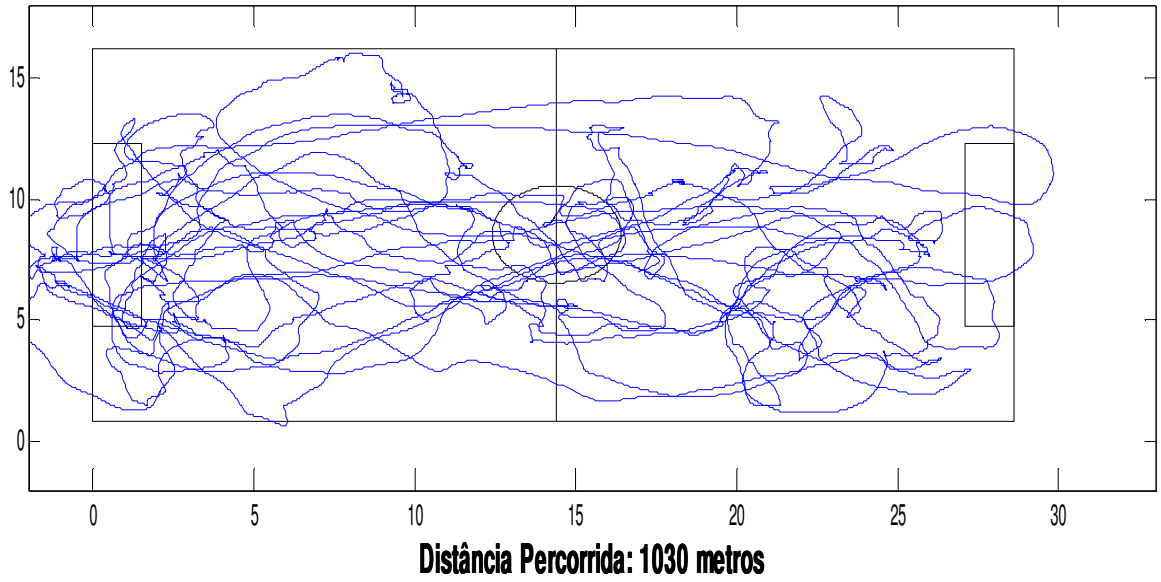
Juliana Landolfi Maia Voluntário

Juliana Landolfi Maia : (19) 93025135 Comitê de Ética em Pesquisa/FCM/UNICAMP
Prof. Dr Ricardo Machado : (19) 3521 6626 Tel: (19) 3521 8936 cep@head.fcm.unicamp.br
Caixa Postal 6111 – CEP: 13083-970 – Campinas, SP.

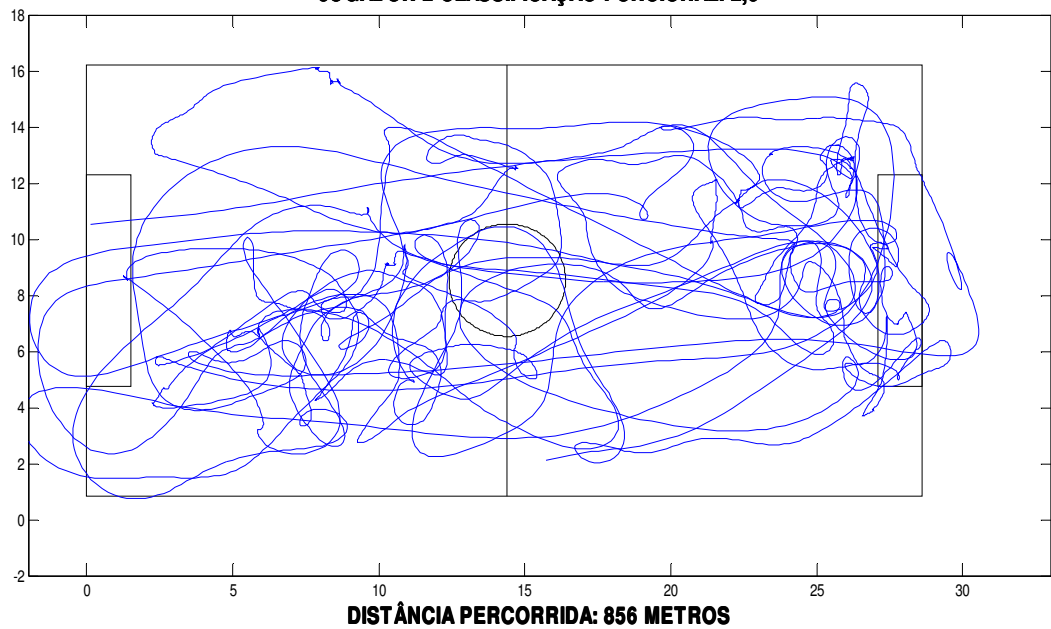
ANEXO D

TRAJETÓRIAS DOS JOGADORES DA EQUIPE A

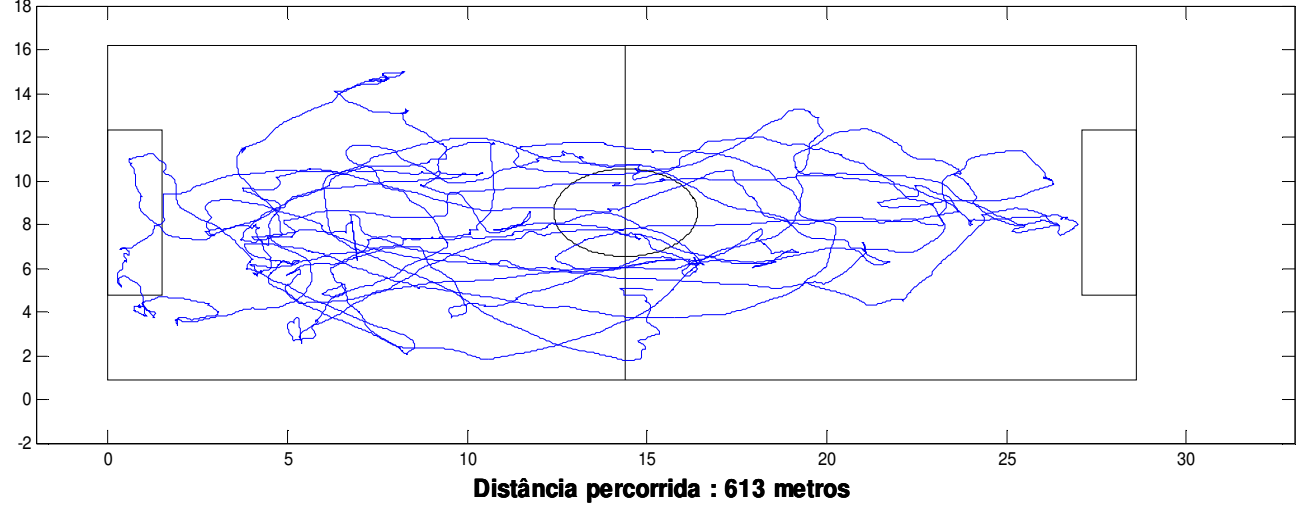
Jogador 1 Classificação Funcional: 2,5



JOGADOR 2 CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL: 2,5



Jogador 3 Classificação Funcional : 0.5



Jogador 4 Classificação Funcional:1.5

