

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

RICARDO DA SILVA ALVES

**INFLUÊNCIA DA PRÁTICA DE *EXERGAMES* NA FADIGA MUSCULAR E SUAS
REPERCUSSÕES EM PACIENTES COM CÂNCER**

Alfenas/MG
2015

RICARDO DA SILVA ALVES

INFLUÊNCIA DA PRÁTICA DE *EXERGAMES* NA FADIGA MUSCULAR E SUAS REPERCUSSÕES EM PACIENTES COM CÂNCER

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociências Aplicadas à Saúde da Universidade Federal Alfenas, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre.
Área de concentração: Fisiopatologia.
Orientador: Prof. Dr. Leonardo César Carvalho

Alfenas/MG
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Alfenas

Alves, Ricardo da Silva.

Influência da prática de exergames na fadiga muscular e suas repercussões em pacientes com câncer / Ricardo da Silva Alves. -- Alfenas, MG, 2015.
108 f.

Orientador: Leonardo César Carvalho.
Dissertação (Mestrado em Biociências Aplicadas à Saúde) - Universidade Federal de Alfenas, 2015.
Bibliografia.

1. Neoplasias. 2. Fadiga muscular. 3. Eletromiografia. 4. Terapia de exposição à realidade virtual. I. Carvalho, Leonardo César. II. Título.

CDD-616.994

RICARDO DA SILVA ALVES

**INFLUÊNCIA DA PRÁTICA DE EXERGAMES NA FADIGA MUSCULAR E
SUAS REPERCUSSÕES EM PACIENTES COM CÂNCER**

A Banca Examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biociências Aplicadas à Saúde da Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Fisiopatologia.

Aprovado em: 08 / 12 / 2015.

Prof. Dr. Leonardo César Carvalho

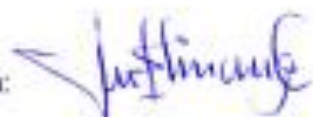
Assinatura:



Instituição: Curso de Fisioterapia UNIFAL-MG.

Prof. Dr. Antonio Carlos Shimano

Assinatura:



Instituição: Faculdade de Medicina da USP- Ribeirão Preto.

Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato

Assinatura:



Instituição: Curso de Fisioterapia UNIFAL-MG.

DEDICATÓRIA

Dedico à minha família pelo incentivo e apoio durante toda a minha vida, a minha companheira Juliana pelo apoio, incentivo, compreensão e por estar sempre presente ao meu lado ao longo desses anos. Ao Prof. Dr. Leonardo César Carvalho por toda ajuda, orientação, amizade e ensinamentos de grande importância nesse período. Aos pacientes com câncer e voluntários sem câncer, pois sem eles nada teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por sempre dar a força, saúde e a certeza de que sempre existe um caminho a seguir.

Agradeço ao meu orientador **Prof. Dr. Leonardo César Carvalho** pelos ensinamentos, paciência e pelas idas e vindas das casas dos pacientes com câncer, pelos finais de semana sacrificados para contribuir para o meu aprendizado, pela confiança e amizade.

À **Prof. Dra. Denise Hollanda Iunes, Prof. Dra. Juliana Bassalobre Carvalho Borges, Prof. Dra. Andréia Maria Silva e Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato** pela imensa ajuda e apoio das coletas, compartilhando suas experiências e conhecimentos.

Ao **Prof. Dr. Denismar Alves Nogueira** pelas diversas reuniões, ensinamentos e paciência em atender e solucionar as dúvidas estatísticas com extrema competência.

À Santa Casa de Misericórdia de Alfenas-MG e aos profissionais do setor Oncologia por permitir a entrada em suas dependências e por dar liberdade de estarmos em contato com os pacientes com câncer para participação do nosso estudo.

Aos pacientes com câncer que apesar de suas dificuldades puderam passar diversos ensinamentos que levarei por toda a minha vida. Gostaria de prestar os agradecimentos aos pacientes com câncer e seus familiares por permitir que esse trabalho pudesse ser realizado e pela amizade formada durante esse período.

Aos técnicos do laboratório do curso de fisioterapia e amigos Luciana e Luíz Tomáz, pela atenção em reservar os equipamentos de avaliação, companheirismo e ajuda durante o período de trabalho.

A minha companheira e amiga Juliana Barbosa Nunes, com quem compartilho todas as alegrias desse momento e por entender e estar presente nos dificuldades ao longo dessa jornada.

Meus agradecimentos às alunas de graduação Isabela Carvalho Pereira que dispôs de suas férias e à aluna Flávia da Silva Menezes que ajudaram no recrutamento dos participantes e nas avaliações e treinamentos. Aos alunos da pós-graduação, Roberta, Júlia, Rafaela, Herick pela amizade, troca de conhecimentos e companhia em vários momentos ao longo do mestrado.

Aos membros da banca de qualificação e defesa pelas sugestões que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Minas Gerais- FAPEMIG pelo apoio.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de um protocolo de *exergames* sobre a percepção de fadiga relatada, a termografia das pernas, o equilíbrio postural estático, a força muscular e frequência mediana do sinal eletromiográfico (EMG), em pacientes com câncer. Os grupos foram divididos em: pacientes com câncer submetido à quimioterapia e/ou radioterapia (GQR: n=15), pacientes com câncer e que não estavam em quimioterapia e/ou radioterapia (GCA: n=15) e os voluntários sem câncer (GC: n=15). Foi realizada em todos os grupos, a avaliação da fadiga relatada por meio da subescala de fadiga do questionário *The Functional Assessment of Chronic Illness Therapy-Fatigue (FACIT-F)*; a avaliação da temperatura superficial dos membros inferiores por meio da termografia infravermelha; a avaliação do equilíbrio postural estático por meio das variáveis baropodométricas; a análise da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) por meio da dinamometria e a avaliação da fadiga muscular por meio da frequência mediana do sinal EMG dos músculos dorsiflexores e flexores plantares. Todas as análises foram realizadas em três momentos: inicial (Av0), após a 10^o sessão (Av1) e após a 20^o sessão (Av2). As sessões de *exergames* foram realizadas para todos os grupos com auxílio do console *Xbox 360 Kinect™* equipado com o jogo *Your Shape Fitness Evolved™* 2012. A atividade foi realizada três vezes por semana e com duração média de 35 minutos. RESULTADOS: Pela subescala de fadiga do FACIT-F, os grupos GQR (vs GC: p=0,0003) e GCA (vs GC: p<0,0001), encontram-se mais susceptíveis a fadiga antes de realizarem o protocolo de *exergames*. Após 10 e vinte sessões de práticas de atividades por *exergames* foi observado que a fadiga desaparece (GQR versus GC, p=1,000; GCA versus GC, p=1,000). O GCA apresentou redução da temperatura superficial da região anterior do membro inferior esquerdo quando comparado ao GQR (p= 0,024) e no membro inferior direito (GCA vs GQR: p=0,041; GCA vs GC: p=0,042), enquanto a temperatura da região posterior dos membros inferiores foi similar entre os grupos (Grupo*Avaliação: p=0,6470). Ao final do treinamento, foi verificado o mesmo comportamento térmico da avaliação inicial para a região anterior direita (GQR vs GCA: p=0,041; GCA vs GC: p=0,042). Não foram observadas alterações estabilométricas ao longo do protocolo de *exergames* utilizado. Os valores médios da CIVM para os músculos

dorsiflexores direito e esquerdo ($p < 0,0001$) e para os mm. flexores plantares direito após 10 sessões ($p = 0,0249$) aumentaram significativamente no GQR. A frequência mediana do sinal EMG do músculo gastrocnêmio medial direito do GQR se difere do GC na avaliação inicial ($p = 0,0159$). Entretanto, após 10 e 20 sessões houve aumento da frequência mediana do m. tibial anterior esquerdo do GCA ($p = 0,0128$), assim como o músculo gastrocnêmio medial esquerdo ($p = 0,0005$) e direito ($p = 0,0069$) do GQR. CONCLUSÃO: Deste modo, a prática de exercícios por *exergames* aplicada neste estudo se mostrou eficaz para redução da fadiga relatada e muscular, aumento da força muscular, no entanto, não foi capaz de alterar o equilíbrio postural estático e a temperatura das pernas de pacientes com câncer.

Palavras-chave: Câncer, fadiga muscular, eletromiografia, terapia de exposição à realidade virtual.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of an exergames protocol on perception of related fatigue, thermography of the lower limbs, static posture balance, muscle force and median frequency of electromyographic signal (EMG), in the cancer patients. The groups were divided into: cancer patients undergoing chemotherapy and/or radiotherapy (CRG: n = 15), patients with cancer and who were not on chemotherapy and/or radiotherapy (CAG: n = 15) and volunteers without cancer (CG: n = 15). Was performed in all groups, the evaluation of related fatigue measured by the fatigue subscale of The Functional Assessment of Chronic Illness Therapy-Fatigue (FACIT-F) questionnaire; evaluation of surface temperature of the lower limbs by infrared thermography; evaluation of static postural balance through baropodometrics variables; analysis of maximal voluntary isometric contraction (MVIC) through dynamometer and assessment of muscle fatigue by the median frequency of the EMG signal of dorsiflexors and plantar flexors muscles. All analysis were performed on three moments: initial (Ev0), after the 10th session (Ev1) and after the 20th session (Ev2). The sessions of exergames were performed to all groups using of the Xbox 360 Kinect™ console equipped with the game Your Shape Fitness Evolved™ 2012. The activity was performed three times a week and lasting an average of 35 minutes. RESULTS: The groups CRG (vs CG: p= 0.0003) and CAG (vs CG: p <0.0001) are more susceptible to fatigue before performing the exergames protocol, through fatigue subscale of the FACIT-F. It was observed that the fatigue disappears (CRG vs. CG, p= 1.000; CAG vs. CG, p= 1.000) after ten and twenty sessions of exergames activities. The CAG presented a reduction of surface temperature in the anterior region of the left lower limb when compared to CRG (p= 0.024) and in the right lower limb (CAG vs CRG: p= 0.041; CAG vs. CGC: p= 0.042), while the temperature of posterior the region of the lower limbs was similar between the groups (Group*Evaluation: p= 0.6470). It was verified at the end of training, the same thermic behavior of the initial assessment for the right anterior region (CGR vs. CAG: p= 0.041; CAG vs. CG: p= 0.042). Stabilometric changes were not observed throughout the exergames protocol used. The average values of MVIC for right and left dorsiflexors muscles (p<0.0001) and for right plantar flexors muscles after 10 sessions (p = 0.0249) increased significantly in GQR. The median frequency of EMG signal of the right medial gastrocnemius muscle of the GQR is different to CG in initial

assessment ($p= 0.0159$). However, after 10 and 20 sessions increased the median frequency of left tibialis anterior muscle ($p= 0.0128$), in the CGA, as well as the left medial gastrocnemius muscle ($p= 0.0005$) and right gastrocnemius muscle ($p= 0.0069$), in the GQR. CONCLUSION: Thus, the practice of exercises by exergames applied in this study proved to be effective for reducing of related fatigue and muscle fatigue, increase in muscle strength, however was not able to change the static postural balance and the temperature of the legs of patients with cancer.

Keywords: Cancer, Muscle Fatigue, Electromyography, Virtual Reality Exposure Therapy.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Grupamento dos estadios da doença conforme o sistema TNM.....	22
Tabela 2-	Características sociodemográficas e clínicas dos participantes do estudo.	62
Tabela 3-	Valores de média± desvio padrão obtidos na subescala de fadiga do questionário FACIT-F dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação.	64
Tabela 4-	Valores de média± desvio padrão das temperaturas (°C) da região anterior e posterior dos membros inferiores dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação.	65
Tabela 5-	Média± desvio padrão dos parâmetros estabilométricos dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação.....	65
Tabela 6-	Valores de média± desvio padrão das CIVM dos músculos dorsiflexores e flexores plantares dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação	67
Tabela 7-	Valores de média± desvio padrão da frequência mediana (FM) dos músculos tibiais anteriores e gastrocnêmios mediais e laterais de ambos os membros inferiores dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação	68

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1-	Desenho do estudo.	50
Figura 2-	Posicionamento do indivíduo sobre o tapete de E.V.A para o registro das imagens termográficas de membros inferiores.....	53
Figura 3-	Posicionamento do voluntário sobre o equipamento para a realização da avaliação da contração isométrica dorsiflexora e flexora plantar.....	56
Figura 4-	Representação gráfica da CVIM de 60s exercido pelo voluntário, demonstrando o valor de referência de 80% CVM, representado pela linha vermelha a que deveriam manter. As colunas em azul se referem aos 12s iniciais e 12s finais excluídos.	57
Figura 5-	Demonstração do jogo <i>Wall Breaker</i>	59
Figura 6-	Demonstração do jogo <i>Stomp It</i>	59
Figura 7-	Demonstração do jogo <i>Run the World</i>	60

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UTI	Unidade de Terapia Intensiva
IARC	International Agency for Research on Cancer
OMS	Organização Mundial de Saúde
UICC	Union for International Cancer Control
AJCC	American Joint Committee on Cancer
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
5-HT	Receptores serotoninérgicos
HPA	Hipotalâmico-pituitário-adrenal
EASM	Escala de avaliação de sintomas memoriais
pH	Potencial hidrogênico
Ca ²⁺	Cálcio
SNC	Sistema Nervoso Central
CMF	Ciclofosfamida, Metotrexato e 5-fluoracil
CAF	Doxorrubicina, Ciclofosfamida e 5-fluoracil
IL-6	Interleucina- 6
TNF- α	Fator de necrose tumoral- alfa
FACT-G	Functional Assessment of Cancer Therapy- General
ICC	Correlação intra-classe
FACT-F	Functional Assessment of Cancer Therapy- Fatigue
CIVM	Contração Isométrica Voluntária Máxima
FACIT-F	Functional Assessment of Chronic Illness Therapy- Fatigue
EMGs	Eletromiografia de superfície
MUAP	Potencial de ação de unidades motoras
RMS	Root Mean Square
ATP	Adenosina trifosfato
μm	Micrômetro
°C	Graus Celsius
COM	Centro de massa
COP	Centro de pressão
METs	Equivalentes metabólicos
FACT-P	Functional Assessment of Cancer Therapy- Prostate
AC	Doxorrubicina e Ciclofosfamida
VO ₂	Consumo de oxigênio
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
LAM	Laboratório de Análise do Movimento Humano
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
m/s	Metro por segundo
m	Metro
COP-AP	Centro de pressão- anteroposterior
COP-ML	Centro de pressão- médiolateral
COP-cm ²	Área do centro de pressão
SENIAM	Sociedade Européia de Eletromiografia de Superfície
Hz	Hertz
kgf	Quilogramas-força
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
IMC	Índice de massa corporal

ANOVA	Análise de variância
DF	Dorsiflexores
FP	Flexores plantares
TA	Músculo Tibial Anterior
GM	Músculo Gastrocnêmio Medial
GL	Músculo Gastrocnêmio Lateral
D	Direito
E	Esquerdo
OA	Olhos abertos
OF	Olhos fechado
GQR	Grupo Químio-radioterapia
GCA	Grupo Câncer Acompanhamento
GC	Grupo Controle
Hb	Hemoglobina
g/dl	Grama por decilitro
IL-1	Interleucina 1
TNF- R2	Fator de necrose tumoral- receptor 2
FM	Frequência Mediana

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	CÂNCER	20
2.2	ESTADIAMENTO DO CÂNCER	21
2.3	TRATAMENTO CONTRA O CÂNCER	23
2.4	A FADIGA	26
2.4.1	Fadiga relacionada ao câncer	27
2.4.2	Fatores etiológicos da fadiga relacionada ao câncer	29
2.5	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA FADIGA	31
2.5.1	<i>Functional Assessment of Chronic Illness Therapy- Fatigue (FACIT-F)</i>	32
2.5.2	Eletromiografia de superfície (EMGs)	33
2.5.3	Termografia infravermelha	36
2.6	EQUILÍBRIO POSTURAL NO PACIENTE COM CÂNCER	40
2.7	ATIVIDADE FÍSICA NA FADIGA RELACIONADA AO CÂNCER	41
3	JUSTIFICATIVA	45
4	OBJETIVOS	47
4.1	GERAL	47
4.2	ESPECÍFICOS	47
5	MATERIAIS E MÉTODOS	48
5.1	ASPECTOS ÉTICOS	48
5.2	LOCAL DE ESTUDO	48
5.3	AMOSTRA	48
5.4	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	50
5.4.1	Avaliação com o FACIT-F	50
5.4.2	Avaliação termográfica	52
5.4.3	Análise do equilíbrio estático	53
5.4.4	Avaliação Eletromiográfica de superfície (EMGs)	54
5.4.5	Avaliação dinamométrica	55
5.4.6	Intervenções	58
5.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	60
6	RESULTADOS	62
6.1	QUESTIONÁRIO FACIT-F	63
6.2	TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA	64
6.3	EQUILÍBRIO ESTÁTICO	65
6.4	CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA (CIVM)	66
6.5	FREQUÊNCIA MEDIANA DA EMGs	67

7	DISCUSSÃO	70
7.1	ANÁLISE DO FACIT-F.....	70
7.2	ANÁLISE TERMOGRÁFICA.....	73
7.3	ANÁLISE DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO	75
7.4	ANÁLISE DA DINAMOMETRIA E ELETROMIOGRAFIA.....	77
7.5	<i>EXERGAMES</i>	80
7.6	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	82
8	CONCLUSÃO	83
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	102
	APÊNDICE B - Instrumento de Coleta de Dados	103
	ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	104
	ANEXO B - QUESTIONÁRIO FACIT-F	106

1 INTRODUÇÃO

O câncer é a segunda causa de mortalidade, superado apenas pelas doenças cardiovasculares (INCA, 2008). Nos últimos anos foi observada uma evolução no tratamento da doença, possibilitando um aumento da expectativa de vida dos pacientes (ADAMSEN et al., 2009). Atualmente, a busca por melhor qualidade de vida do paciente com câncer conta com a participação de uma equipe de saúde interdisciplinar. Diante dessa situação, aumentou-se a necessidade de pesquisas que envolvam o tratamento em suas diversas abordagens (BIFULCO; FERNANDES JUNIOR; BARBOZA, 2010).

A quimioterapia, a radioterapia, a hormonioterapia e a imunoterapia são os principais tratamentos contra o câncer (BRASIL, 2003). Os efeitos ocasionados por esses tratamentos, especialmente a quimioterapia e radioterapia, podem levar a manifestações de fadiga, dor, náusea e vômito durante o tratamento, os quais podem persistir por meses e anos após o término da terapia, afetando a qualidade de vida e atividades de vida diária dos pacientes envolvidos (RYAN et al., 2007; VERNADAKIS et al., 2014). Além disso, podem estar presentes alterações do equilíbrio (WAMPLER et al., 2007; HILE; FITZGERALD; STUDENSKI, 2010), diminuição da força muscular dos membros inferiores (VISOVSKY, 2006; WINTERS-STONE et al., 2009) e aumento na frequência de quedas (WINTERS-STONE et al., 2011). Diante dessa situação, os pacientes com câncer tendem a se tornar menos ativos, depressivos, angustiados e tristes (BEIJER et al., 2008).

O conceito de fadiga ainda é confuso, sendo descrito por profissionais de saúde e por pacientes de várias maneiras, como um estado de insônia, fraqueza, intolerância ao exercício ou exaustão, especialmente quando analisada no contexto neuromuscular (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008). Esse sintoma apresenta uma incidência entre 60 a 90% dos pacientes com câncer que se encontram em tratamento (CELLA et al., 2001).

Em uma pessoa saudável, a fadiga ocorre devido ao esforço excessivo, que é aliviada com o repouso, de modo a proteger o organismo contra possíveis lesões e danos (RYAN et al., 2007). No entanto, em pacientes com câncer, a fadiga é um sintoma desproporcional ao nível de esforço e não é aliviada com o repouso ou sono (GLAUS; CROW; HAMMOND, 1996; MORROW, 2005).

A etiologia e os fatores de risco relacionados à fadiga muscular em pacientes com câncer são multifatoriais e não estão completamente esclarecidos. O conhecimento da fisiopatologia da fadiga é importante para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e tratamento desse sintoma, visando proporcionar uma melhor qualidade de vida a esses pacientes (KISIEL-SAJEWICZ et al., 2012).

Os programas de exercícios supervisionados para pacientes com câncer que não apresentam contra indicações têm proporcionados efeitos benéficos durante os diferentes estágios da doença (MITCHELL, 2010). Dentre os principais benefícios estão: a melhora do estado psicológico sobre a depressão, o aumento da capacidade aeróbica e força muscular, a melhora da vitalidade e bem-estar emocional associado à redução dos níveis de fadiga (ADAMSEN et al., 2009). Embora esteja estabelecido que o exercício aeróbico contribua para reduzir a fadiga em pacientes com câncer, outras modalidades terapêuticas podem complementar o processo de reabilitação (CRAMP; BYRON, 2012).

Nos últimos anos têm sido empregados diversos modelos de realidade virtual para a reabilitação de diferentes tipos de lesões e doenças (WEISS et al., 2004; SALEM et al., 2012). O uso da realidade virtual tem alcançado excelentes resultados para melhora do equilíbrio postural (BATENI, 2011; VERDANAKIS et al., 2012), para reabilitação de queimados (PARRY et al., 2014), assim como para melhora da condição aeróbica em pacientes com fibrose cística (HOLMES et al., 2013) e em pacientes com lesões traumato-ortopédicas e em pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI), com intuito de estimular a mobilização precoce dos membros (KHO et al., 2012)

Nos últimos anos, o uso de vídeo games, como prática de atividade física controlada, demonstra a melhora na aptidão física, visto que promove maior aderência de seus participantes aos programas de exercícios (RHODES; WARBURTON; BREDIN, 2009; WARBURTON et al., 2009). Esse tipo de atividade vem sendo utilizado no processo de reabilitação com auxílio de *exergames*, que são jogos que simulam a prática de determinadas atividades físicas (KHO et al., 2012; PARRY et al., 2014). Dentre as vantagens desta atividade estão a curta duração, a possibilidade de realizar várias vezes o mesmo jogo (DEUSTCH et al., 2008), associada ao baixo gasto energético, similares a tarefas domésticas leves (AINSWORTH et al., 2000). Portanto, os *exergames* são tidos como um meio eficiente, agradável e complementar para a reabilitação de pacientes

descondicionados fisicamente (KHO et al., 2012), dentre os quais incluem os pacientes com câncer (BATTAGLINI et al., 2006).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CÂNCER

O termo oncologia de origem grega *oncos*, significa tumor. O conceito de tumor é aplicado tanto às neoplasias quanto ao edema ocasionado por uma inflamação ou aumento de volume em determinado tecido, porém este termo não é o mais apropriado para se referir a tumores neoplásicos. Assim, o termo neoplasia é mais adequado para se referir ao crescimento de um novo tecido. Portanto, a oncologia estuda os tumores e neoplasias (ROBBINS; CONTRAN, 2010).

O câncer é a nomenclatura dada ao conjunto de doenças que apresentam como característica a multiplicação rápida e desordenada de células. A oferta de nutrientes para manter esse crescimento desordenado do tecido acontece graças a sua capacidade angiogênica, o que pode atingir órgãos e tecidos vizinhos. Além disso, vasos sanguíneos e linfáticos podem ser acometidos e permitir a disseminação destas células e em casos graves ocasionar a morte do indivíduo (INCA, 2014).

Em geral, o processo de carcinogênese acontece vagarosamente, levando anos até que ocorra a proliferação de uma célula cancerígena para tornar-se um tumor visível (INCA, 2008). A exposição ao longo da vida aos agentes carcinogênicos e agressores químicos, físicos e biológicos, induz o aumento de risco de câncer. Os alimentos derivados de carne vermelha e carnes processadas, as bebidas alcoólicas, o tabagismo e o histórico familiar de câncer são alguns destes agressores (INCA, 2014). Além disso, a predisposição genética, na qual existe uma mutação de um gene para o desenvolvimento de um tipo específico de câncer pode contribuir para o crescimento celular anômalo (NAPACAN, 2007; ROBBINS; CONTRAN, 2010).

De acordo com organizações como a Globocan, da *International Agency for Research on Cancer* (IARC), da Organização Mundial da Saúde (OMS), estimou-se o surgimento de 14,1 milhões de novos casos de câncer com total de 8,2 milhões de mortes decorrentes do câncer (FERLAY et al., 2012). Acredita-se, que em 2030, ocorrerá cerca de 21,4 milhões de novos casos de câncer com 13,2 milhões de

mortes por câncer, tendo como fatores principais o crescimento e o envelhecimento da população, bem como da redução na mortalidade infantil e nas mortes por doenças infecciosas em países em desenvolvimento, o qual inclui o Brasil (INCA, 2014).

Nos anos de 2014 e 2015 foi estimada a ocorrência aproximada de 576 mil novos casos de câncer no Brasil. O câncer de pele não melanoma é de longe o mais incidente na população, com 395 mil novos casos (204 mil homens e 190 mil para sexo feminino). Os outros tipos de cânceres mais frequentes são os de próstata (69 mil), mama feminina (57 mil), cólon e reto (33 mil), pulmão (27 mil), estômago (20 mil) e colo do útero (15 mil). Nos homens, a maior prevalência se dá em próstata, pulmão, cólon e reto, estômago e cavidade oral; enquanto que nas mulheres, os cânceres de mama, cólon e reto, colo do útero, pulmão e glândula tireóide (INCA, 2014).

A região Sudeste é responsável pela maior incidência de casos novos de câncer no país, com 202.340 casos novos, sendo o câncer de mama o mais frequente na região com o surgimento de 65 casos novos para cada 100 mil mulheres (INCA, 2014). Esse tipo de câncer representa o primeiro lugar do número de intervenções cirúrgicas realizadas anualmente no país (JAMAL; MACHADO; RODRIGUES, 2008). Diante do atual cenário, permite-se considerar o câncer como um problema de saúde pública (GUERRA; GALLO; MENDONÇA, 2005).

2.2 ESTADIAMENTO DO CÂNCER

A classificação atualmente adotada é o sistema TNM, preconizada pela *Union for International Cancer Control* (UICC) e pelo *American Joint Committee on Cancer* (AJCC) desde 1988. A letra T deste sistema de classificação refere-se à extensão do tumor primário, N indica a presença ou ausência e extensão de linfonodos regionais e a letra M indica a presença ou ausência de metástase à distância do tumor primário (BRASIL, 2004).

A letra X adicionada à letra T (TX) indica que o tumor não pode ser avaliado, enquanto que o número 0 (T0) indica que não há evidência de tumor primário. O número 1, 2 e 3 adicionado a letra T (T1, T2 e T3) representa o tamanho do tumor na

sua maior dimensão medido em centímetros. Um tumor que apresenta tamanhos iguais em diferentes regiões do corpo pode receber classificações diferentes (BRASIL, 2004).

A letra N representa os linfonodos regionais, a adição da letra X a letra N (NX) indica que os linfonodos regionais não podem ser avaliados. O número 0 junto com a letra N (N0) indica ausência de metástase e o número 1 junto com a letra N (N1) presença de metástase em linfonodos regionais (BRASIL, 2004).

A letra M que representa a metástase à distância, a adição da letra X a letra M (MX) indica que a presença da metástase não pode ser avaliada, enquanto que o número 0 junto com a letra M (M0) indica ausência de metástase à distância e o número 1 adicionado à letra M (M1) representa a presença de metástase à distância (BRASIL, 2004).

O objetivo da criação de sistema de estadiamento é facilitar a comunicação entre os oncologistas, permitindo comparar materiais clínicos e a avaliação dos resultados do tratamento de combate ao câncer. Todavia a UICC visa criar um consenso a respeito da extensão anatômica da doença. Na tabela 1 segue a classificação do estadiamento do câncer de acordo com o sistema de classificação TNM (BRASIL, 2004).

Tabela 1 - Grupamento dos estadios da doença conforme o sistema TNM.

ESTADIAMENTO	SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO		
	T	N	M
Estadio 0	Tis	N0	M0
Estadio 1	T1	N0	M0
Estadio 2 A	T0	N1	M0
	T1	N1	M0
	T2	N0	M0
Estadio 2B	T2	N1	M0
	T3	N0	M0
Estadio 3 A	T0	N2	M0
	T1	N2	M0
	T2	N2	M0
	T3	N1; N2	M0
Estadio 3B	T4		M0
	Qualquer T	Qualquer N3	M0
Estadio 4	Qualquer T	Qualquer N	M1

Fonte: UICC- União Internacional de Controle do Câncer. Brasil, 2004.

Legenda: *is- in situ*.

2.3 TRATAMENTO CONTRA O CÂNCER

O tratamento deve ser iniciado o mais precocemente possível e definido de acordo com as situações clínicas apresentadas pelo paciente durante a evolução da doença para proporcionar uma melhor qualidade de vida (SEIXAS; KESSLER; FRISON, 2010). Os principais tipos de tratamento contra o câncer são os procedimentos cirúrgicos, a quimioterapia, a radioterapia, a hormonioterapia e a imunoterapia (BRASIL, 2003). No presente estudo serão abordados os principais tratamentos contra o câncer que leva a manifestação de fadiga durante o tratamento e persistindo por meses e anos após o término da terapia, afetando a qualidade de vida e atividades de vida diária, esses tratamentos referem-se à quimioterapia e radioterapia (RYAN et al., 2007; VERNADAKIS et al., 2014).

A quimioterapia utiliza compostos químicos administrados pelas vias oral, intramuscular ou intravenosa em ciclos de 2 - 4 semanas separadas por um período de 3 a 6 meses (COURNEYA, 2003). As doses e a frequência da administração dos quimioterápicos variam conforme os tipos de câncer e a tolerância individual de cada paciente aos medicamentos (ARGYRIOU et al., 2012).

O papel da quimioterapia é destruir as células cancerígenas, visando preservar as células saudáveis. A maior parte dos quimioterápicos utilizados no tratamento contra o câncer age de forma inespecífica, causando danos tanto às células cancerígenas quanto às saudáveis (SALMONM; SARTORELLI, 1998). Entretanto, atualmente existem drogas quimioterapêuticas que agem especificamente sobre as células tumorais, sendo chamadas de ciclo específicas; e em determinadas fases do ciclo celular, sendo classificadas como fase-específicas (BRASIL, 2003).

As drogas quimioterápicas agem diretamente sobre as fases do ciclo celular. O ciclo celular é compreendido pelas seguintes fases: fase G0 é o momento em que não está ocorrendo a replicação celular, o DNA se encontra enovelado e com baixa atividade nucleica, nessa fase as células não sofrem ação da quimioterapia (DEL BUONO; WRIGHT, 1995).

A próxima fase do ciclo, G1, é o momento no qual a célula se prepara para proliferação, aumentando os seus constituintes intracelulares (SANCHEZ; DYNLACHT, 2005), com intensa captação de nutrientes e é a fase de início da

síntese proteica (DEL BUONO; WRIGHT, 1995). Nessa fase do ciclo celular, a maioria das drogas quimioterápicas, como os alquilantes, drogas metálicas, antimetabólitos, antibióticos, antitumorais e enzimas desempenham a função de destruir as células cancerígenas (DIETRICH, 2007).

A fase S é marcada por mecanismos que aceleram a proliferação celular, mediado por fatores de crescimento, derivados de produtos oncogênicos, que ativam a multiplicação celular, e fatores de retroalimentação que são inibidores da multiplicação celular e auxiliam na reparação do material genético devido aos danos no DNA (SALMONM; SARTORELLI, 1998). Essa fase é o momento em que todas as drogas quimioterápicas agem interferindo na síntese proteica (DEL BUONO; WRIGHT, 1995).

Na fase G2, preparação da mitose, também ocorre morte celular por ação da quimioterapia, porém em baixa intensidade. Entretanto, na fase M, momento em que ocorre a mitose, os agentes quimioterápicos derivados da vinca e a epipodofilotoxinas interrompem a progressão da mitose, levando a morte celular (DEL BUONO; WRIGHT, 1995).

Outra forma de tratamento amplamente utilizado no controle do câncer é a radioterapia, que tem como objetivo levar as células tumorais a perderem sua clonogenicidade, sem lesar as células saudáveis. Os efeitos das radiações com a célula resultam na transferência de energia existente na radiação que se colide com essas células, removendo um elétron de um átomo ou transportando elétrons para as camadas mais externas, ionizando ou excitando as moléculas (INCA, 2008).

O mecanismo de lesão celular pela radiação ionizante está relacionado à dose, taxa de dose, transferência linear de energia, fracionamento e tipo de célula ou radiosensibilidade. No ciclo celular, a célula pode apresentar maior sensibilidade e maior resistência à radiação. Na fase M (mitose) do ciclo celular, as células se encontram mais sensíveis à radiação, enquanto que na fase S (síntese de DNA), as células se tornam mais resistentes a esse tipo de terapia (INCA, 2008).

O efeito direto da radioterapia é provocar um dano diretamente na estrutura do DNA, após a célula ter absorvido a radiação. Efeitos indiretos também podem surgir devido à energia absorvida por moléculas adjacentes e vizinhas, formando radical livre que são compostos por átomos de hidrogênio e moléculas de oxigênio de um ou mais elétrons não emparelhados, o qual leva a lesão no DNA das células (INCA, 2008).

As radiações ionizantes são divididas de acordo com sua composição. As fontes de radiação são formadas por elétrons, nêutrons, prótons e isótopos radioativos presentes em seu núcleo. São classificadas em partículas alfa, beta, radiação eletromagnética, radiação gama, radiação X (INCA, 2008).

Novas técnicas de radioterapia têm sido empregadas no tratamento contra o câncer com intuito de alcançar uma diferenciação entre tecidos normais em relação aos neoplásicos, com finalidade curativa e paliativa (INCA, 2008). A primeira das técnicas é a teleterapia, consiste em aplicação da radiação X e gama e por elétrons de alta energia e nêutrons com distância de 1m do paciente. As principais fontes de teleterapia são o cobalto-60, fonte que emite radiação na forma de fótons, que é uma fonte contínua de emissão de radiação. Outra forma são os aceleradores lineares, compostos por ondas eletromagnéticas de alta frequência para acelerar os elétrons através de tubos lineares, chocando-se contra alvos metálicos de alto número atômico, liberando energia proporcionalmente à perda de velocidade da partícula. Os aceleradores lineares geram fótons de alta energia maiores que o Cobalto-60, com isso a dosagem de liberação na pele do paciente é menor, porém eles não penetram profundamente no tecido, alcançando poucos centímetros da pele.

Outra forma de tratamento radioterapêutico é a braquiterapia, em que são colocados fontes de radiação dentro de reservatórios metálicos e aplicados a poucos centímetros dos tumores. A braquiterapia pode ser dividida em:

- intraluminal: onde a fonte de radiação é posicionada no lúmen de estruturas anatômicas. Ex.: câncer de pulmão.
- Intersticial: são usadas agulhas para que a fonte fique a poucos centímetros do tumor, podendo ser usada como implante temporário ou permanente em câncer de mama e cérebro.
- Superficial ou de contato: a fonte de radiação é posicionada sobre os tecidos moles.
- Intracavitária: a fonte é introduzida em cavidades corporais adjacentes aos tumores, por exemplo em traquéia, esôfago, vagina, reto, uretra.

Os aparecimentos de radiolesões ou dano celular envolvem várias etapas sucessivamente, ocorrendo em frações de segundos ou podendo durar meses ou anos. As etapas de dano celular iniciam pelo estágio físico, em que ocorre a absorção de energia, havendo as ionizações altamente reativas. A próxima fase é a

química, em que ocorrem alterações e reações químicas de moléculas vizinhas, resultando em formação de produtos secundários após a formação dos produtos altamente reativos. O estágio biológico é o surgimento de lesões, apoptose, mutações e cancerizações. Isso ocorre devido às reações químicas resultantes das fases anteriores que levam a formação de novas moléculas que afetam processos vitais dos sistemas biológicos, bloqueando ou modificando outras moléculas (INCA, 2008).

2.4 A FADIGA

A fadiga é uma experiência altamente subjetiva e multidimensional, na qual os indivíduos a percebem como uma sensação de cansaço físico ou exaustão, com redução dos níveis motivacionais, físicos e mental (AHLBERG et al., 2003). Esta alteração promove perda da capacidade de produção voluntária de força muscular que envolve vários níveis do eixo neural, abrangendo o córtex motor, medula espinal, junção neuromuscular e membrana muscular (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008). Portanto, a fadiga pode ocorrer em vários níveis envolvidos na contração muscular, sendo dividida em mecanismos periféricos e centrais.

A fadiga periférica pode ser diferenciada entre o estado de fadiga muscular e por fraqueza muscular (VOLLESTAD, 1997; ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008). A fraqueza muscular é descrita como a manutenção de um baixo nível de força máxima que permanece por longos períodos e, surge independente do exercício. A fadiga muscular pode estar associada a condições em que a perda da capacidade máxima de produção de força muscular pode ou não ser recuperada após o repouso (VOLLESTAD, 1997).

A fadiga muscular periférica durante o esforço físico é considerada uma deficiência dos mecanismos periféricos da excitação de contração muscular (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012). Dentre eles estão a alteração dos movimentos de íons cálcio, acúmulo de fosfato, que modifica a concentração de íons intra e extracelular, levando a diminuição do pH e de adenosina trifosfato (BOYAS; GUEVEL, 2011). O acúmulo de lactato no sarcolema e na membrana do túbulo T afeta a propagação dos potenciais de ação, diminuindo a excitabilidade da

membrana do tecido muscular (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008). Associado a esses efeitos, a diminuição da concentração de Ca^{2+} no retículo sarcoplasmático prejudica a ligação de Ca^{2+} com a troponina C, reduzindo o número de pontes cruzadas entre as moléculas de actina e miosina, e refletindo em menor capacidade voluntária de produção de força ou potência muscular (VOLLESTAD, 1997).

A fadiga central apresenta como características a falha na transmissão do impulso originado no sistema nervoso central (SNC) para o tecido muscular (VOLLESTAD, 1997; GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012), manifestado por redução dos disparos neurais, redução do número de unidades motoras ativas e diminuição da frequência de disparo dos motoneurônios (SUNNERHAGEN et al., 2000). Isso se traduz em uma incapacidade do músculo em alcançar capacidade máxima de contração voluntária (GANDEVIA, 2001).

2.4.1 Fadiga relacionada ao câncer

A fadiga percebida pela população em geral se diferencia da fadiga nos pacientes com câncer. Na população em geral, a fadiga é uma forma de proteger o organismo contra o esforço excessivo, cuja sensação é aliviada com o repouso para impedir eventuais lesões teciduais (RYAN et al., 2007).

A fadiga relacionada ao câncer é definida por uma sensação persistente e subjetiva de cansaço físico, emocional e cognitivo ou astenia, relacionada à doença ou ao tratamento conservador, e pode interferir na capacidade funcional dos pacientes (WATSON; MOCK, 2004). Comumente esta alteração é um sintoma que independe do nível de esforço físico realizado e não é modificada com o descanso (GLAUS; CROW; HAMMOND, 1996; MORROW, 2005), apesar dos pacientes serem frequentemente orientados e disporem de repouso durante o tratamento (DIETRICH, 2007; PRINSEN et al., 2015).

A fadiga relacionada ao câncer está associada à doença e seu tratamento, que podem elevar os níveis de serotonina e/ou dos receptores serotoninérgicos no cérebro (5-HT). Esses aumentos levam a redução dos disparos somatomotores, modificação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA) e com sensação de

redução da capacidade física (ANDREWS et al., 2004). A serotonina apresenta inúmeras funções, como o controle do apetite, sono, memória, aprendizagem, regulação térmica, humor, comportamento, função cardiovascular, contração musculoesquelética, regulação endócrina, e depressão (RYAN et al., 2007).

A atividade física aumenta a concentração de triptofano, precursor da serotonina cerebral, levando aumento da síntese de serotonina por vários neurônios. O aumento da concentração desse neurotransmissor pode levar a fadiga mental e fadiga física durante uma atividade prolongada (FERNSTROM; FERNSTROM, 2006). Outra possível causa para o aumento dos níveis plasmáticos de triptofano livres foi observado em pacientes com síndrome da fadiga crônica, o que contribui para aumentar os níveis de serotonina cerebral (FUKUDA et al., 1994; CASTELL et al., 1999; BADAWY et al., 2005). Embora, a serotonina esteja relacionada com a possível fadiga, porém o local que aumenta os níveis de serotonina durante os exercícios não estão totalmente esclarecidos (RYAN et al., 2007).

A fadiga relacionada ao câncer apresenta características como o rápido desenvolvimento, a gravidade intensa e persistente, gerando níveis elevados de estresse, o que faz com que os pacientes percam o interesse em se movimentar, levando à diminuição da capacidade funcional nesses indivíduos (VERNADAKIS et al., 2014). Em consequência, novos distúrbios associados à fadiga surgem como: dificuldades de memorização e de concentração, fraqueza e dores musculares em múltiplos segmentos, dores de cabeça recorrentes, cansaço que não é aliviado com o sono associado a mal-estar após pequenos esforços, os quais permanecem por meses a anos, tornando-se um sintoma crônico (FUKUDA et al., 1994).

Em análise de pacientes com câncer por meio do questionário multidimensional de fadiga foi observado que, independentemente de estar ou não em tratamento, foram evidenciados aumentos significativos de fadiga global, fadiga física e mental, bem como reduções dos níveis motivacionais e da prática de atividades, em comparação com os indivíduos saudáveis (AHLBERG et al., 2003; DE RAAF et al., 2012). Deste modo, o monitoramento desse sintoma e seus tratamentos convencionais são essenciais para a compreensão da abordagem terapêutica que melhore a qualidade de vida do paciente sobrevivente do câncer.

2.4.2 Fatores etiológicos da fadiga relacionada ao câncer

Embora a fadiga seja um sintoma extremamente prevalente e debilitante nos pacientes com câncer, a etiologia e os fatores de riscos relacionados à fadiga nesses pacientes ainda não estão completamente esclarecidos (KISIEL-SAJEWICZ, et al., 2012). Sabe-se que a fadiga relacionada ao câncer está associada claramente a presença de comorbidades impactantes na vida dos pacientes, que normalmente apresentam perda de peso excessiva, presença de anemia, distúrbios de sono, depressão, problemas nutricionais, efeitos colaterais do tratamento contra o câncer e a intolerância à atividade física (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008; VERNADAKIS et al., 2014).

Entretanto, apesar de haver um aumento das pesquisas sobre a fadiga relacionada ao câncer, ainda não é totalmente esclarecida a relação da idade com a etiologia da fadiga, expressão, intensidade, o grau de perturbação e o seu impacto na saúde mental desses pacientes (SIEGEL; LEKAS; MAHESHWARI, 2012). Existem poucas evidências de que pacientes adultos de meia idade e idosos com câncer apresentem melhores níveis emocionais se comparados aos jovens (CHEUNG et al., 2011). Yates et al. (2015) observaram em seu estudo, que quando comparados os indivíduos com câncer com idade inferior a 60 anos à indivíduos com idade superior e mesmo diagnóstico, os primeiros apresentaram maior prevalência de sintomas relatados na Escala de Avaliação de Sintomas Memoriais (EASM), principalmente para as variáveis: falta de energia, dor, dificuldades de sono, náusea entre outros. A idade pode ser um fator para o surgimento da fadiga, podendo apresentar intensidades e manifestações perturbadoras diferentes, dependendo da forma com que os pacientes enfrentam a doença (SIEGEL; LEKAS; MAHESHWARI, 2012).

Comumente pacientes com câncer apresentam uma perda acentuada de tecido adiposo e massa musculoesquelética (RYAN et al., 2007). A caquexia é um sintoma que afeta cerca de 50% de todos os pacientes com câncer, sendo que 85% desses pacientes possuem localização do câncer no estômago e pâncreas (TISDALE, 1999). Apesar da alta prevalência da caquexia no câncer, ela não está apenas associada à redução da ingestão de nutrientes, mas também a alterações metabólicas induzidas pelo tumor, como o catabolismo proteico e a redução da

síntese proteica muscular. A presença de citocinas, como o fator de necrose tumoral-alfa (TNF- α), interleucina-6 (IL-6) (TISDALE, 2005; ARGILES; BUSQUETS; LOPEZ-SORIANO, 2006; KISIEL-SAJEWICZ et al., 2012) e produtos catabólicos do tumor (TISDALE, 1997) tem contribuído para o aumento do catabolismo muscular, que por sua vez tem proporcionando o estado de fadiga.

Outra possível causa para o surgimento da fadiga neste grupo de pacientes está relacionada a fatores não orgânicos, atribuídos à terapia medicamentosa. Entretanto esses dados são inconclusivos, pois diversos quimioterápicos utilizados de modo combinado no tratamento contribuem para um maior sintoma de fadiga se comparado ao seu uso isolado (PILLEN; VAN ALFEN, 2011). Assim, aproximadamente, 40% dos pacientes identificam a fadiga como o principal efeito colateral durante os ciclos de quimioterapia, sendo que muitos referem com exatidão o surgimento deste sintoma após dias de recebimento das doses do tratamento, assim como no início dos ciclos de radioterapia e após cirurgias (SIEGEL; LEKAS; MAHESHWARI, 2012).

Donovan et al. (2004) avaliaram a fadiga em 134 mulheres no primeiro, terceiro e no ciclo final de quimioterapia. Os resultados demonstram que a severidade da fadiga aumentou acentuadamente no início para o meio dos ciclos de quimioterapia, e que do meio para o final do ciclo não houve aumento significativo da fadiga relatada. Outro estudo indica que a severidade da fadiga relacionada ao câncer se manifesta no início do ciclo quimioterapêutico e permanece elevado nos três ciclos subsequentes (JACOBSEN et al., 1999).

Curt et al. (2000) analisaram a comportamento da fadiga diretamente em 157 pacientes com câncer de mama antes, durante e após a administração de cinco ciclos de quimioterapia no período de quatro a doze semanas e após a finalização do tratamento. Os resultados deste estudo incluem vários fatores que influenciam a fadiga nos pacientes como o tipo de cirurgia, a combinação de quimioterapia com radioterapia, o tempo e o tipo de tratamento. Mulheres com câncer divorciadas apresentam maior índice de fadiga em relação às mulheres com câncer solteiras e em relação à aquelas que vivem com seus cônjuges. O protocolo quimioterápico com doxorrubicina intravenosa foi aquele que demonstrou maior percepção da fadiga em relação aos pacientes que receberam ciclos de ciclofosfamida, metotrexato e 5-fluoracil (CMF) após quatro semanas e a finalização da quimioterapia do que o quinto ciclo de quimioterapia.

Em contrapartida, Berger (2003) analisou 72 mulheres com câncer de mama que recebiam ciclos de quimioterápicos de CMF ou doxorrubicina, ciclofosfamida e 5-fluoracil (CAF). Estes autores evidenciaram que após 48h da infusão dos medicamentos os pacientes não apresentaram o sintoma de modo significativo. Assim, diante do atual cenário pode-se observar que a percepção da fadiga ainda é conflitante, justificando a necessidades de novos estudos que buscam uma melhor compreensão dos efeitos ocasionados pela quimioterapia, para fornecer uma melhor abordagem interdisciplinar para avaliação e tratamento da fadiga.

2.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA FADIGA

Os métodos e instrumentos de avaliação da fadiga são predominantemente abordados por meio de aspectos multidimensionais, os quais avaliam aspectos físicos, emocionais e cognitivos. Apesar de existir diversos métodos e instrumentos, não existe consenso sobre qual o melhor método para avaliar a fadiga relacionada ao câncer, razão pela qual diversas ferramentas são criadas a partir de lacunas deixadas por outros instrumentos, para a definição do que é a fadiga nesses pacientes (ALEXANDER, MINTON, STONE, 2009). Entretanto, novos modelos têm sido empregados para avaliação da fadiga a partir da sua localização, podendo ocorrer a nível central e periférico.

Na fadiga central, os principais métodos de avaliação são a técnica interpolada, estimulação do córtex motor e potencial de prontidão (VOLLESTAD, 1997).

A técnica interpolada que consiste em aplicar um estímulo elétrico sobre o nervo durante a contração isométrica voluntária máxima (CIVM), o qual contribuirá para o recrutamento adicional de unidades motoras evidenciados em registros da atividade elétrica. A fadiga por meio dessa técnica consiste em verificar a diferença entre a CIVM e a CIVM com estímulo elétrico (VOLLESTAD, 1997; KISIEL-SAWAJICS et al., 2013).

A estimulação do córtex motor ou estimulação elétrica transcraniana, que se caracteriza como uma corrente elétrica aplicada sobre o couro cabeludo, contendo um polo ânodo que apresenta função de promover despolarização neuronal pelo

aumento da excitação do córtex motor, e um polo cátodo que promove um efeito inibitório, hiperpolarizando a membrana neuronal. Essa técnica monitora o aumento da excitabilidade de regiões específicas do córtex cerebral e, conseqüentemente, aumenta a tolerância ao exercício, tornando-se um potencial recurso para verificar o desempenho físico (VITOR-COSTA et al., 2012).

Outra técnica de avaliação da fadiga central é o potencial de prontidão, evidenciado pela atividade eletroencefálica sobre o couro cabeludo cerca de 1s antes do ato motor (SHIBASAKI; HALLETT, 2006), gerado principalmente pela área motora suplementar e córtex motor primário (DEECKE, 1996). Na ausência de fadiga, sua amplitude está relacionada com a quantidade de força voluntária e o esforço percebido (SLOBOUNOV; HALLETT; NEWELL, 2004). Na presença de fadiga são observados aumentos dos potenciais de prontidão como estratégia para compensar a fadiga periférica, ou seja, ocorrem alterações centrais com possível adaptação do córtex cerebral durante as contrações repetitivas (SCHILLINGS et al., 2006).

Os principais métodos de avaliação de fadiga periférica são as técnicas de mensuração de força e a eletromiografia, podendo ser dividida em intramuscular e de superfície que serão abordados a seguir. Outra técnica de avaliação de fadiga periférica é a estimulação muscular direta, que consiste no protocolo de estimulação elétrica neuromuscular por meio da contração muscular contínua sem repouso para recuperação energética das fibras (FALLER et al., 2009).

A seguir serão detalhados os instrumentos utilizados nesse estudo para avaliação da fadiga.

2.5.1 *Functional Assessment of Chronic Illness Therapy- Fatigue (FACIT-F)*

O sistema de mensuração *Functional Assessment of Chronic Illness Therapy- Fatigue* (FACIT-F), é um sistema de coleção de questionários para avaliação da qualidade de vida e para gestão de doenças crônicas. Esse sistema foi criado em 1987, utilizando um questionário genérico chamado de Avaliação Funcional de Terapia do Câncer- Geral (FACT-G). Esse instrumento validado e traduzido para 45 idiomas, dentre eles para a língua portuguesa (WEBSTER; CELLA; YOST, 2003) e

foi o primeiro instrumento a mensurar a fadiga, com excelente confiabilidade para pacientes com câncer no Brasil (ISHIKAWA, 2009).

O sistema de mensuração da avaliação funcional de terapias de doenças crônicas, chamado de FACIT contempla uma variedade de questionários relacionados à qualidade de vida, os quais avaliam multidimensionalmente o estado de saúde das pessoas com doenças crônicas, incluindo o câncer. Esse questionário aborda os domínios relacionados à qualidade de vida, como o bem estar social/familiar, bem estar físico, bem estar funcional, bem estar emocional, sendo adequado o seu uso para o câncer, doenças crônicas e para a população em geral (WEBSTER; CELLA; YOST, 2003).

A versão mais recente do sistema de medição FACIT, versão 4, foi elaborado para melhorar a clareza e a precisão da medida sem comprometer a sua confiabilidade e validade estabelecidas (da versão 3). A validação desse questionário permitiu acompanhar a evolução e tratamento de várias doenças, condição e a outros questionários. Os domínios do FACIT-F foram construídos para complementar o FACT-G, abordando a doença, tratamento, ou condição relacionada a problemas que não são abordados com o questionário geral. A simplificação desse questionário, a redução dos itens e reformulação realizada por meio de escalas constitui as principais alterações (WEBSTER; CELLA; YOST, 2003).

Cella et al. (2002) analisou mais três mil norte americanos, sendo formado por pacientes com câncer anêmicos e não anêmicos e indivíduos sem câncer. Todos os participantes foram avaliados por meio da subescala de fadiga, composta por 13 itens, fornecendo um método simples de mensuração da fadiga relatada. Os resultados demonstram que a subescala de fadiga pode ser utilizada para mensurar a fadiga relatada em pacientes com câncer e para população em geral, assim como se pode usar o FACIT-F (CELLA et al., 2002; WEBSTER; CELLA; YOST, 2003).

2.5.2 Eletromiografia de superfície (EMGs)

A eletromiografia (EMG) corresponde à detecção e registro da atividade elétrica da musculatura esquelética. A EMG capta o processo de despolarização e repolarização dos potenciais de ação ao longo da membrana da fibra muscular ativa

dentro das unidades motoras. A soma desses potenciais de ação é chamada de potenciais de ação de unidades motoras (MUAP), que se diferem em relação à forma e tamanho na disposição da fibra muscular, em relação à posição dos eletrodos (MEDVED; CIFREK, 2011).

A EMG é dividida em dois tipos, dependente da posição dos eletrodos. Nas avaliações em que os eletrodos são posicionados sobre a pele, o procedimento é chamado de superfície (EMGs), e nos casos em que os eletrodos são inseridos no músculo, é chamado de eletromiografia intramuscular (EMGi). As duas técnicas são utilizadas para avaliar a fadiga muscular, porém devido ao desconforto proporcionado pela eletromiografia intramuscular, a EMGs é mais utilizada (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012).

Piper em 1912 foi um dos primeiros pesquisadores a usar a EMGs para analisar as manifestações mioelétricas da fadiga muscular, sendo evidenciado uma progressiva redução dos sinais eletromiográficos durante a contração isométrica voluntária (CIV). Essa redução consiste em alterações nos parâmetros espectrais de frequências, os quais aparecem mais baixos. Desde então, muitos autores têm usado a EMGs para avaliar a fadiga muscular (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012).

A EMGs permite monitorar em tempo real a fadiga dos músculos avaliados e correlacionar com as alterações bioquímicas e fisiológicas (CIFREK et al., 2009) e extrair informações relevantes referentes as estruturas histológicas, anatômicas e fisiológicas dos músculos em contração (MERLETTI; LO CONTE, 1997).

Durante a contração muscular, ocorrem modificações no sarcolema que são registrados pela EMGs, permitindo que diversas variáveis sejam monitoradas em tempo real (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008). Os sinais eletromiográficos obtidos podem ser analisados por meio dos domínios tempo e frequência para detectar a fadiga muscular em diferentes indivíduos (RAINOLDI; GAZZONI; MELCHIORRI, 2008) e grupos musculares (BOTTER et al., 2009).

O primeiro tipo de contração que foi usada para avaliar a fadiga muscular por meio da EMGs foi à contração isométrica ou sustentada, em que não ocorre movimento articular visível. Dessa forma, há menor interferência do movimento e maior facilidade para se obter os registros dos sinais se comparado a contrações dinâmicas ou isotônicas (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012).

No entanto, alguns fatores podem influenciar no registro do sinal EMG e interferir na interpretação do mesmo. Dentre tais fatores incluem o efeito de

atenuação do sinal de EMG causado pela espessura da camada do tecido subcutâneo, por exemplo, a camada de tecido adiposo. O posicionamento dos eletrodos no músculo perto de tendões ou em zonas de inervação pode levar a características diferentes do sinal, como a formação do efeito chamado de *crosstalk*, o qual pode ser minimizado com o posicionamento correto dos eletrodos (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012).

Nas avaliações das contrações isométricas realizadas por EMGs, os sinais são mais fáceis de serem analisados, sendo possível verificar alterações nas propriedades espectrais durante vários segundos (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012). Na avaliação por EMG durante a contração estática ou isométrica, não há alterações visíveis do ângulo articular (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2010; GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012). Ao que indica esse tipo de contração faz com que o valor médio do sinal de EMG e a correlação entre as amostras não dependam do domínio de tempo, sugerindo que o sinal EMG apresente baixa variação do sinal, assumindo característica estacionária (FARINA, 2006; MEDVED; CIFREK, 2011).

Nas contrações dinâmicas, os sinais EMG registrados durante tarefas tendem a ser mais relevantes clinicamente para a função diária. Porém, as dificuldades encontradas na interpretação dos sinais EMG durante a contração isométrica são amplificadas para as contrações dinâmicas (FARINA, 2006; HOLLMAN et al., 2013). Nas contrações dinâmicas, o ângulo articular sofre mudanças provocando alterações do comprimento das fibras musculares subjacentes em relação aos eletrodos. Nesse tipo de contração, ocorrem mudanças rápidas no recrutamento de unidades motoras e alterações na força muscular, o que altera as propriedades dos sinais de EMG. Os sinais EMG durante a contração dinâmica não são estacionários (GONZÁLEZ-IZAL et al., 2010; GONZÁLEZ-IZAL et al., 2012).

A influência da fadiga muscular sobre as propriedades do sinal de EMG durante contração isométrica voluntária é claramente elucidada. Ao manter um nível de contração por 60s, nota-se que antes da manifestação de fadiga muscular há um aumento do valor de *Root Mean Square* (RMS), uma diminuição da velocidade de condução do impulso nervoso e associado a redução dos valores de frequência média e mediana espectral do sinal de EMG no músculo tibial anterior (MERLETTI; LO CONTE, 1997). Outro estudo também comprova a relação linear entre a velocidade de condução do impulso nervoso com os parâmetros espectrais da EMG na avaliação da fadiga muscular. Para isso, esses autores, utilizaram dados de

frequências média e mediana do sinal eletromiográfico durante a contração isométrica dos músculos tibial anterior, gastrocnêmios lateral e medial e o sóleo (KUPA et al., 1995). Além disso, o coeficiente de regressão ou dados gráficos da inclinação da curva obtida a partir dos valores de frequência mediana e média podem ser usados para investigar a fadiga muscular de forma não invasiva (MEDVED; CIFREK, 2011).

A velocidade de condução do impulso nervoso a partir da EMG contribui para a avaliação da fadiga muscular (KUPA et al., 1995; GALLINA; MERLETTI; VIEIRA, 2011). Comumente são observadas alterações ao longo do sarcolema, como modificações iônicas intra e extra celulares, diminuição do pH, acúmulo de lactato, redução do fluxo sanguíneo (KUPA et al., 1995), acúmulo de potássio nos túbulos T e diminuição de substratos, como fosfocreatinina e ATP, os quais são tidos como responsáveis por afetar a redução da velocidade de impulsos nervosos. Tal redução se manifesta por meio da diminuição dos parâmetros espectrais de frequência visíveis na presença de fadiga muscular (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008).

2.5.3 Termografia infravermelha

A termografia é uma técnica que registra a radiação de calor de um corpo por meio de emissão radiação infravermelha, que se encontra em uma escala de espectro eletromagnético em que o olho humano é incapaz de identificar (HILDEBRANDT; RASCHNER; AMMER, 2010). A radiação infravermelha se encontra na faixa espectral de 0,75 - 1000 μm , sendo ainda dividida em radiação infravermelha curta (0,76 - 1,5 μm), infravermelha média (1,5 - 5,6 μm) e infravermelha longa (5,6 - 1000 μm)(LAHIRI et al., 2012).

Os princípios físicos para a aplicação da termografia são fundamentais para a coleta e interpretação das imagens térmicas. Todos os objetos que apresentam temperaturas acima de zero absoluto emitem radiação eletromagnética naturalmente, conhecido como radiação térmica ou natural. O poder emissivo de uma superfície desse objeto ou corpo é o total de energia que flui através do corpo ou superfície a partir do interior do corpo para o ambiente (JONES, 1998). A

emissividade da pele humana é aproximadamente constante de $0,98 \pm 0,01$ com um comprimento de onda entre 3 a $12 \mu\text{m}$ para a pele negra, e de $0,97 \pm 0,02$ com comprimento de onda na faixa de 3 a $14 \mu\text{m}$ para pele branca (STEKETEE, 1973).

A temperatura superficial da pele é um importante indicador de avaliação do estado térmico do ser humano e da eficiência do sistema termorregulatório (FORMENTI et al., 2013; PRIEGO QUESADA et al., 2015). Esse sistema é responsável por manter a homeotermia, sendo regulada por processos fisiológicos de origem central e periférica (CHUDECKA; LUBKOWSKA, 2015). A temperatura central é mantida dentro de um limite de aproximadamente $37,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$, enquanto que nas regiões mais distais do tronco, a temperatura superficial tende a diminuir (CHUDECKA; LUBKOWSKA, 2015), sendo encontradas variações de temperaturas superficiais entre $27,1^\circ\text{C}$ a $34,5^\circ\text{C}$ (JONES, 1998).

A temperatura central do corpo é alcançada pelo equilíbrio entre a produção e perda de calor. Se a produção interna de calor se torna elevada, chama-se hipertermia. Caso a produção de calor seja baixa, o organismo encontra-se em estado de hipotermia (JONES, 1998). A temperatura central do corpo é controlada por um circuito neuronal que promove um *feedback* negativo entre hipotálamo e o sistema nervoso autônomo, interligado por um eixo à hipófise.

A temperatura do corpo pela manhã é em torno de $35,5^\circ\text{C}$ e maior à noite, em torno de $37,7^\circ\text{C}$, sendo que os homens apresentam temperatura mais elevada se comparados às mulheres (CHUDECKA; LUBKOWSKA, 2015). Por outro lado, foi verificado que a temperatura das regiões abdominopélvicas, peitoral e mão de mulheres foram maiores que nos homens (VAN OOIJEN et al. 2001). As possíveis razões para as diferenças térmicas entre os gêneros estão relacionadas ao ciclo menstrual, gordura subcutânea e ao metabolismo (FERNÁNDEZ-CUEVAS et al., 2015).

A mudança da temperatura corporal sofre alteração entre as faixas etárias. A explicação para as mudanças entre jovens e idosos estão relacionadas as diferenças metabólicas e da capacidade de dissipar calor (PETROFSKY et al., 2006). Fernández-Cuevas et al. (2015) observaram que jovens com idades entre 18 a 28 anos não apresentam diferenças térmicas. Entretanto, ao comparar idosos e jovens, foi notado que os idosos apresentaram reduções de temperaturas acima de 1°C para as mãos, pés e membros.

Uma pequena área na porção anterior do hipotálamo é responsável por

detectar o aumento da temperatura do sangue e enviar sinais ao corpo para ativar os mecanismos de perda de calor através da vasodilatação e sudorese. Uma pequena área localizada na porção posterior do hipotálamo é responsável por detectar a diminuição na temperatura do sangue e envia sinais ao corpo para promover a produção de calor sob as formas de vasoconstrição e contração muscular. Associado ao hipotálamo se encontram múltiplos sensores e órgãos efetores que provêm mecanismo de *feedback* para o sistema termorregulatório (WERNER, 2010). O tremor é um exemplo desse mecanismo de produção de calor por dissipação de energia cinética, enquanto a pele arrepiada cria uma camada termicamente isolada de ar (JONES, 1998).

A termografia infravermelha é uma importante ferramenta para o diagnóstico, monitorização da eficácia de um tratamento e para compreensão das funções fisiológicas de um indivíduo (NG, 2009). Os padrões anormais de calor ou frio podem ser um indicativo de doenças, como câncer, processos inflamatórios, infecções, a perda ou hiperatividade simpática, bem como outras diversas disfunções (JONES, 1998; NG, 2009; LAHIRI, 2012; TEPPER; GANNOT, 2015).

Os dados de temperaturas superficiais da pele podem ajudar a estabelecer padrões de normalidades em diferentes áreas do corpo. Isso se torna importante quando aplicadas em diferentes grupos, possibilitando identificar áreas hipertérmicas e hipotérmicas, diferenças contralaterais da pele, sendo considerado um sinal de alteração funcional ou presença de doenças e determinar a sua relação entre as temperaturas central e periférica. Os padrões térmicos de repouso podem contribuir para melhor compreensão das mudanças de temperatura da pele durante e depois da atividade física (MARINS et al., 2014).

Em avaliações termográficas de câncer de mama, foi demonstrado um aumento do aporte sanguíneo para o tumor e elevada taxa metabólica, os quais elevam a temperatura localizada ou da região analisada (LAHIRI et al., 2012). A neoplasia comumente se difere dos tecidos adjacentes de indivíduos saudáveis quanto ao seu metabolismo e perfusão (VAUPEL; KALLINOWSKI; OKUNIEFF, 1989). Assim, a termografia infravermelha permite monitorar a agressividade e estado do câncer por meio de imagens térmicas (TEPPER; GANNOT, 2015).

A termografia infravermelha tem sido utilizada no diagnóstico de câncer, mesmo em fases iniciais, com maior precisão se comparado às técnicas tradicionais, como a mamografia, ressonância magnética, ultrassom e tomografia

computadorizada (LAHIRI et al., 2012). Por mais de uma década foi conduzido um estudo com 61.000 mulheres avaliadas por termografia, sendo constatado por meio dessa técnica como o primeiro indicador de câncer de mama em 60% dos casos (SPITALIER; GIRAUD, 1982). As alterações encontradas nas imagens infravermelhas são consideradas com o maior risco de desenvolvimento futuro desse tipo de câncer (NG, 2009; LAHIRI et al., 2012).

Apesar de a mamografia ser o principal exame para detecção da doença, a termografia apresenta maior acurácia. Em 15% dos casos a termografia foi capaz de detectar a doença sem que houvesse achados na mamografia, conforme demonstrado em estudos de angiogênicos por termografia infravermelha (GAMAGAMI, 1986; LAHIRI et al., 2012; FRANCIS et al., 2014). Também foi mostrado que o aumento da vascularização e da temperatura foram visíveis em 86% dos casos de câncer de mama não palpáveis.

A atividade termovascular da região anterior do tronco está relacionada ao prognóstico e agressividade do câncer. Em regiões corporais mais quentes, a maior quantidade de calor está relacionada à maior atividade das células cancerígenas, que demonstram um prognóstico ruim, sendo relatados uma taxa de 24% de sobrevida dos 25000 pacientes avaliados em 3 anos. Por outro lado, nas regiões do câncer em que a temperatura se encontra mais fria, a taxa de sobrevida em 3 anos é de 80% (AMALU et al., 2006).

O calor está associado a várias condições como a inflamação e infecção, as quais são identificadas pela termografia (JONES, 1998). Nos pacientes com câncer, os sinais podem variar com hiperemia sobre a ponta do cateter e ao longo do trajeto venoso, sensibilidade aumentada em todo o trajeto, endurecimento venoso e aumento da temperatura local (INCA, 2008). A termografia é um excelente indicador de disfunção fisiológica, sendo complementar aos exames de imagens como a tomografia computadorizada e ressonância magnética nuclear que provém informações anatômicas do paciente. Essas características podem levar a alterações do padrão termográfico (JONES, 1998).

A termografia infravermelha tem sido empregada com enorme sucesso na neurologia, angiologia, oncologia (especialmente no câncer de mama), dermatologia e ortopedia. Recentemente a termografia infravermelha tem uso relatado como importante no auxílio investigativo em medicina do esporte (MARINS et al., 2014). No entanto, não foram encontrados estudos que utilizam esta técnica para avaliação

da fadiga muscular, justificando dessa maneira a necessidade de uma técnica complementar para avaliação deste sinal em pacientes com câncer.

2.6 EQUILÍBRIO POSTURAL NO PACIENTE COM CÂNCER

O equilíbrio consiste na capacidade do sistema nervoso em controlar a instabilidade e de produzir respostas adequadas para que o centro de massa corporal retorne para a base de suporte, evitando possíveis quedas (WINTERS-STONE et al., 2009). A manutenção do controle postural exige a interação entre segmentos corporais e destes com o ambiente, por meio da informação sensorial e recrutamento motor (MARTINS, 2010; ROSÁRIO, 2014).

O controle postural é tão complexo quanto à análise biomecânica dos movimentos. O centro de massa do corpo (COM) e o centro de pressão (COP) são as duas grandezas obtidas por meio do estudo da postura. O balanço postural é a oscilação natural que o corpo apresenta quando está em ortostatismo e é representado por meio da trajetória do COM (WINTER, 1995). O COP é uma medida de deslocamento, que por sua vez é influenciado pela posição do centro de massa e resultante das forças aplicadas no apoio. Porém, essas duas grandezas exercem diferentes funções no controle postural. A oscilação do COM consiste no balanço do corpo e o COP é o resultado da resposta neuromuscular ao balanço do COM. Assim, para manter a postura ereta em equilíbrio é necessário minimizar as diferenças entre essas grandezas (MOCHIZUKI; AMADIO, 2003).

Pacientes com câncer que estão recebendo ciclos de quimioterapia ou terminaram o tratamento há um ano apresentam maiores déficits de equilíbrio (WAMPLER et al., 2007; HILE; FITZGERALD; STUDENSKI, 2010). Entretanto, pacientes com câncer que recebem ciclos de quimioterapia apresentam maior frequência de quedas se comparado a idosos saudáveis, visto que fatores como a fraqueza muscular, comprometimento da marcha, alterações de equilíbrio e de visão podem estar comprometidas (WINTERS-STONE et al., 2011). Associado, esses pacientes podem apresentar lesões neuropáticas induzidas pela quimioterapia (ARGYRIOU et al., 2012) que contribuem para o aumento da incidência de quedas (TOFTHAGEN; OVERCASH; KIP, 2012). Esses comprometimentos representam a

principal causa de internações por traumas, ferimentos graves e fraturas (BATENI, 2012).

A baropodometria é uma técnica de avaliação do equilíbrio estático e dinâmico, na qual são obtidos parâmetros de pressões plantares e de estabilometria- medida de deslocamento anteroposterior, mediolateral e a área de oscilação do centro de pressão (COP) (BIANCHI et al., 2005; MENEZES et al., 2012). O mesmo recurso possibilita obter dados de distribuição de pressão das plantas dos pés, além de determinar a assimetria de peso corporal (ROSÁRIO, 2014).

2.7 ATIVIDADE FÍSICA NA FADIGA RELACIONADA AO CÂNCER

Atualmente, uma abordagem interdisciplinar é essencial, pois oferta um suporte ao paciente com câncer de forma específica e global, alcançando resultados satisfatórios para o tratamento da fadiga relacionada ao câncer, e tornando-os mais ativos e satisfeitos em suas atividades (FALLER et al., 2013).

Os principais tratamentos para a fadiga incluíam o repouso, de modo a evitar atividade física durante o tratamento. Entretanto, recentemente verificou-se que essa indicação acentua o desenvolvimento da fadiga (PRINSEN et al., 2015). Assim, muitos pacientes utilizavam apenas o tratamento farmacológico para a fadiga, que consiste no uso de medicamentos opióides, corticóides, antidepressivos, entre outros, que contribuem para limitar o surgimento da fadiga muscular (AMANN et al., 2009).

No entanto, métodos não farmacológicos como a prática de exercícios têm proporcionado muitos benefícios à saúde de pacientes com câncer, como a redução da depressão, o aumento da capacidade aeróbica, da força muscular, aumento do nível de atividade física e da funcionalidade, vitalidade, bem-estar emocional e redução dos níveis de fadiga (INCA, 2001; ADAMSEN et al., 2009), sendo também indicada após o período de tratamento (MITCHELL, 2010; BROWN, 2011).

Para determinar o tipo de atividade física adequado para os pacientes com câncer, alguns parâmetros devem ser considerados. Primeiro, a frequência de atividade física realizada nos dias da semana. O segundo parâmetro é a intensidade, a qual pode ser medida em equivalentes metabólicos (METs). Na

posição sentada, o gasto energético é torno de 1-MET, enquanto que durante a atividade física o gasto energético pode chegar até 18-METs (AINSWORTH et al., 2000). As atividades físicas menores que 1,5 METs para pacientes com câncer se adequam ao estilo de vida sedentário, atividades entre 1,6 a 2,9 METs são consideradas atividades de baixa intensidade. Com o intuito de promoção de saúde para pacientes com câncer, são recomendadas atividades físicas com intensidade superior a 3,0 METs, sendo classificada como atividades de moderada a alta intensidade (AINSWORTH et al., 2000; OWEN et al., 2010).

Outros parâmetros como a duração de uma sessão e o tipo de atividade executada devem ser levados em consideração (THOMPSON; GORDON; PESCATELLO, 2010). Em média, são realizadas três sessões por semana, com duração de 45±29 minutos. Os exercícios aeróbicos são os mais usados, sendo a caminhada e a bicicleta estacionária os mais utilizados (MENESES-ECHÁVEZ; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ; RAMÍREZ-VÉLEZ, 2015).

Um estudo avaliou o efeito de um programa de exercício aeróbico supervisionado realizado três vezes por semana, durante oito semanas, em 21 pacientes com câncer de próstata, antes e depois da radioterapia. Os pacientes foram randomizados em um grupo intervenção (n= 11) e um grupo que não realizava atividade física (n=10). Foi utilizada a escala de Piper para análise de fadiga, o teste de levantar e sentar para avaliação da força, o Protocolo Modificado de Bruce como avaliação do condicionamento cardiovascular e *Functional Assessment of Cancer Therapy- Prostate* (FACT-P) para avaliação da qualidade de vida pré e pós tratamento. Após oito semanas de treinamento com exercício supervisionado, os pacientes com câncer de próstata apresentaram melhora da fadiga, condicionamento cardiovascular, flexibilidade, força muscular e, sobretudo na qualidade de vida (MONGA et al., 2007).

Em outro estudo realizado com 72 pacientes com câncer de mama que receberam ciclos de quimioterápicos combinados, como ciclofosfamida, metotrexato e fluoracil (CMF) ou doxorubicina e ciclofosfamida (AC), todas as medidas de fadiga reduziram significativamente após a intervenção diária de exercícios. Nesse estudo foi realizado exercício aeróbico de moderada intensidade de 15 a 30 minutos por sessão, com frequência de três a quatro vezes por semana. A fadiga foi mensurada diariamente usando a escala visual analógica. Além disso, foi demonstrado melhora

na habilidade funcional de acordo com o teste de caminhada de 12 minutos, demonstrado pelo aumento do consumo de oxigênio (SCHWARTZ et al., 2001).

Atualmente, outras formas de atividade física têm sido utilizadas para o treinamento, como a prática dos *exergames* (BATENI, 2011). O gasto energético de adultos saudáveis durante o uso Nintendo Wii™, com o game *Wii Sports*, com os jogos de boxe, boliche e esqui foram 4,2, 2,7 e 2,2 METs, respectivamente (MIYACHI et al., 2010), similares às atividades domésticas leves de 2,5 METs e uma caminhada com velocidade de 5,6 Km/h, a qual apresenta um gasto de 3,8 METs (AINSWORTH et al., 2000).

Comparando as respostas cardiorrespiratórias, Holmes et al. (2013) indicam que o uso do *Xbox 360 Kinect™* com o game *Your Shape Fitness Evolved 2012*, foi encontrado um gasto energético de aproximadamente de 6,1 METs, equivalente aos exercícios de alta intensidade, similar a aqueles exercícios realizados em esteiras, caracterizando como uma modalidade de exercícios de alta intensidade. Porém, na avaliação da resposta cardiopulmonar pelo teste de esforço, foi verificado que o *Xbox 360 Kinect™* apresenta um aumento exponencial da resposta cardiopulmonar na primeira metade do teste, seguido por uma fase relativa de platô da frequência cardíaca e do VO₂, a qual se traduz numa atividade submáxima (HOLMES et al., 2013). Assim, o uso de dessa modalidade terapêutica apresenta-se como um método seguro para pacientes gravemente descondicionados. Em estudos randomizados com indivíduos saudáveis que realizaram a terapia com *exergames* comparado com o método tradicional, foi observado que a prática desta modalidade de exercício contribui para o alcance de melhor aptidão física (RHODES; WARBURTON; BREDIN, 2009; WARBURTON et al., 2009).

O uso de vídeos games tem sido utilizado na reabilitação por mais de uma década em uma variedade de cuidados à saúde (WEISS et al., 2004; SALEM et al., 2012). Frequentemente são utilizados para o treinamento dos sistemas cardiovascular e musculoesquelético (KHO et al., 2012).

Os *exergames* são tecnologias inovadoras que oferecem um ambiente interativo ao jogador, os quais necessitam de gestos e movimentos dos membros superiores e inferiores para execução da tarefa em uma tela de jogo (VERNADAKIS et al., 2012). Em alguns vídeos games, como o caso do *Xbox 360 Kinect™*, o jogador interage com o ambiente através de movimentos e gestos, sem o uso de controles (VERDANAKIS et al., 2014).

Os jogos de vídeo games durante a reabilitação tem sido um meio promissor para melhorar a condição física em indivíduos saudáveis. Em um estudo que realizou treino de equilíbrio com o *Xbox Kinect™* comparado aos modelos convencionais (discos proprioceptivos, minibalancim e disco de ar) foi demonstrado que ambas as técnicas promovem melhora do equilíbrio em casos de lesão na articulação do tornozelo (VERDANAKIS et al., 2014).

A análise da resposta cardiovascular proporcionada pelo exercício em pacientes com fibrose cística utilizando o vídeo game *Nintendo Wii™* foi comparada com o ciclo de exercício padrão realizada em esteira, ambas durante 15 minutos. Não foram demonstradas nesse estudo diferenças significativas entre as técnicas, ou seja, o grupo de pacientes que utilizou a terapia por *exergames* por meio do *Nintendo Wii™* apresentou respostas cardiovasculares semelhantes ao grupo que utilizou a fisioterapia convencional. Porém, o uso de vídeo games está associado com o maior prazer, aumentando a aderência pela prática de exercícios (KUYS et al., 2011). Assim, acredita-se que a prática de atividades por meio de vídeo games parece tornar o treinamento eficiente, eficaz e agradável no ambiente da reabilitação (KHO et al., 2012).

3 JUSTIFICATIVA

São estimados anualmente, 7 milhões de mortes por câncer no planeta, sendo que 35% (cerca de 2,43 milhões) estão associados aos fatores de risco e ao estilo de vida de vida dessa população (WEIDERPASS, 2010). Nesse sentido, hipotetiza-se que a redução à exposição a fatores de risco e o desenvolvimento de hábitos de vida mais saudáveis como a prática regular de atividades físicas (2,5h por semana com intensidade moderada) poderia prolongar a expectativa de vida (DANAIE et al., 2005).

A fadiga é um dos principais sintomas ocasionados pelos tratamentos quimio e/ou radioterapêutico, podendo persistir entre meses a anos após o término da terapia (RYAN et al., 2007). Esse sintoma afeta cerca de 60 a 90% dos pacientes com câncer (CELLA et al., 2001). Para muitos, esse sintoma é grave e limitante, não compromete somente o aspecto físico, mas também mentalmente, os quais interferem negativamente na qualidade de vida, atividades de vida diária e profissional (DIMEO et al., 2008; VERNADAKIS et al., 2014). Diante dessa situação, os pacientes com câncer tendem a se tornar menos ativos, depressivos, angustiados e tristes (BEIJER et al., 2008).

Os programas de exercício supervisionado causam efeitos benéficos em diferentes estágios e tratamentos de pacientes com câncer (MITCHELL, 2010). No entanto, a taxa de adesão à prática de atividade física ainda é insatisfatória neste público (HUNT-SHANKS et al., 2006). Em um estudo realizado com 920 pacientes sobreviventes de câncer de mama e próstata, foi demonstrado que 41% da amostra não praticavam atividade regularmente (McBRIDE et al., 2000). Associada a isso foi constatado que apenas 32% dos pacientes com câncer estavam satisfeitos com o seu nível de atividade física (IRWIN et al., 2004).

A maioria dos indivíduos demonstra desinteresse pelo exercício, necessitando de novas estratégias motivacionais para facilitar a adesão à prática de atividade física, de modo a reduzir os comprometimentos ocasionados pela doença (CRAMP, BYRON, 2012; VERDANAKIS et al., 2014).

Nesse sentido, o uso de *exergames* está associado com o maior prazer em realizar exercícios, o que pode contribuir pelo aumento a adesão à prática (KUYS et al., 2011). Além de ser um meio eficiente de treinamento com respostas similares

aos modelos convencionais, o mesmo, possui a grande vantagem de ser um método agradável (KHO et al., 2012) e seguro (HOLMES et al., 2013), especialmente para pacientes gravemente descondicionados.

A prática de *exergames* possui outras vantagens, como o seu baixo custo e a possibilidade de repetir as atividades em uma mesma intensidade (DEUTSCH et al., 2008). Assim, o presente estudo se justifica, pois busca investigar se os *exergames* são efetivos para reduzir a fadiga ocasionada pelo tratamento medicamentoso e radioterapêutico, em pacientes com câncer.

4 OBJETIVOS

A seguir serão descritos os objetivos geral e específicos do presente estudo.

4.1 GERAL

Avaliar a influência dos *exergames* sobre a percepção da fadiga, a termografia das pernas, o equilíbrio postural estático, a força muscular e a frequência mediana do sinal EMG, em pacientes com câncer.

4.2 ESPECÍFICOS

- a) Comparar os efeitos da prática de *exergames* entre os grupos nos instantes inicial, após 10 sessões e após 20 sessões.
- b) Avaliar e comparar os dados de fadiga obtidos pela subescala de fadiga do questionário FACIT-F entre os diferentes momentos e grupos do estudo.
- c) Avaliar e comparar a temperatura superficial dos membros inferiores entre os diferentes momentos e grupos do estudo.
- d) Avaliar e comparar o equilíbrio postural estático por meio das oscilações antero-posterior, mediolateral e da área de centro de pressão entre os diferentes momentos e grupos do estudo.
- e) Avaliar e comparar a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos dorsiflexores e flexores plantares entre os diferentes momentos e grupos do estudo.
- f) Analisar e comparar o espectro de frequência mediana do sinal EMG dos músculos tibial anterior (TA), gastrocnêmios lateral (GL) e medial (GM) entre os diferentes momentos e grupos do estudo.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão descritos os aspectos éticos, local do estudo, amostra, os métodos de avaliação e o protocolo de intervenção com *exergames*.

5.1 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo segue as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido aprovado no dia 03/12/2014, nº processo: CAAE nº 38628314.3.0000.5142, pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Unifal-MG, vide anexo A. O presente estudo está registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos sob o número RBR-9t48g5.

5.2 LOCAL DE ESTUDO

Inicialmente, a triagem dos pacientes com câncer foi realizada no setor de Oncologia da Santa Casa de Alfenas-MG e de voluntários sem diagnóstico de câncer, residentes no município de Alfenas-MG. Após a triagem, os participantes do presente estudo foram convidados a realizar as avaliações e os treinamentos por meio de *exergames* no Laboratório de Análise do Movimento Humano da Unifal-MG (LAM), Unidade Educacional II, Bairro Santa Clara.

5.3 AMOSTRA

Foram realizadas 105 entrevistas com os pacientes com câncer de ambos os sexos no período de julho de 2013 a fevereiro de 2015. Nesse período, foram realizadas 30 entrevistas com voluntários de ambos os sexos, sem diagnóstico de câncer, residentes na cidade de Alfenas-MG. Após a entrevista, todos os

participantes se enquadravam nos critérios de inclusão foram convidados a participar da terapia por *exergames*.

Para critérios de inclusão, foram admitidos pacientes atendidos no setor de Oncologia da Santa Casa de Alfenas-MG e residentes na cidade de Alfenas-MG, com diagnóstico de câncer, em estádios 0, I, II e III, que se encontrava em quimioterapia e/ou radioterapia. Foram incluídos no estudo, pacientes com câncer que se encontravam apenas em acompanhamento médico, após o período mínimo de seis meses de encerramento dos ciclos de quimioterapia e/ou radioterapia. Os voluntários sem diagnóstico de câncer residentes no município de Alfenas-MG, também foram convidados a participar deste estudo. Foram incluídos voluntários e pacientes com idade mínima de 18 anos e máxima de 80 anos, e que não praticavam atividades físicas.

Durante a entrevista, foram excluídos pacientes em estágio IV do câncer, indivíduos que apresentassem dificuldades no entendimento sobre a execução dos métodos de avaliação a que seriam submetidos, assim como a prática de atividades físicas por meio de vídeo game. Foram excluídos pacientes e voluntários que realizaram cirurgias dentro do período de seis meses, portadores de doenças infectocontagiosas graves, doenças incapacitantes que restringiram a realização de movimentos com os membros superiores e inferiores, portadores de miopatias e doenças com reconhecida alteração do colágeno, portadoras de doenças neurológicas e aqueles que, por motivos pessoais, não aceitaram participar e que recusaram assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), conforme apêndice A.

Para aqueles que aceitaram em participar do estudo, foram realizados 20 sessões de terapia por *exergames*. Inicialmente, todos os participantes do estudo foram submetidos a uma avaliação inicial prévia, antes de iniciar a terapia por *exergames*, correspondente a avaliação 0. Após terem completado as 10 sessões iniciais, foi realizado uma nova avaliação, chamado de avaliação 1. Após, foi incrementada mais 10 sessões, totalizando 20 sessões de atividades físicas com os *exergames*, sendo realizado uma avaliação final, chamada de avaliação 2, correspondente as 20 sessões de *exergames*. A figura 1 mostra o fluxograma com o desenho de estudo.

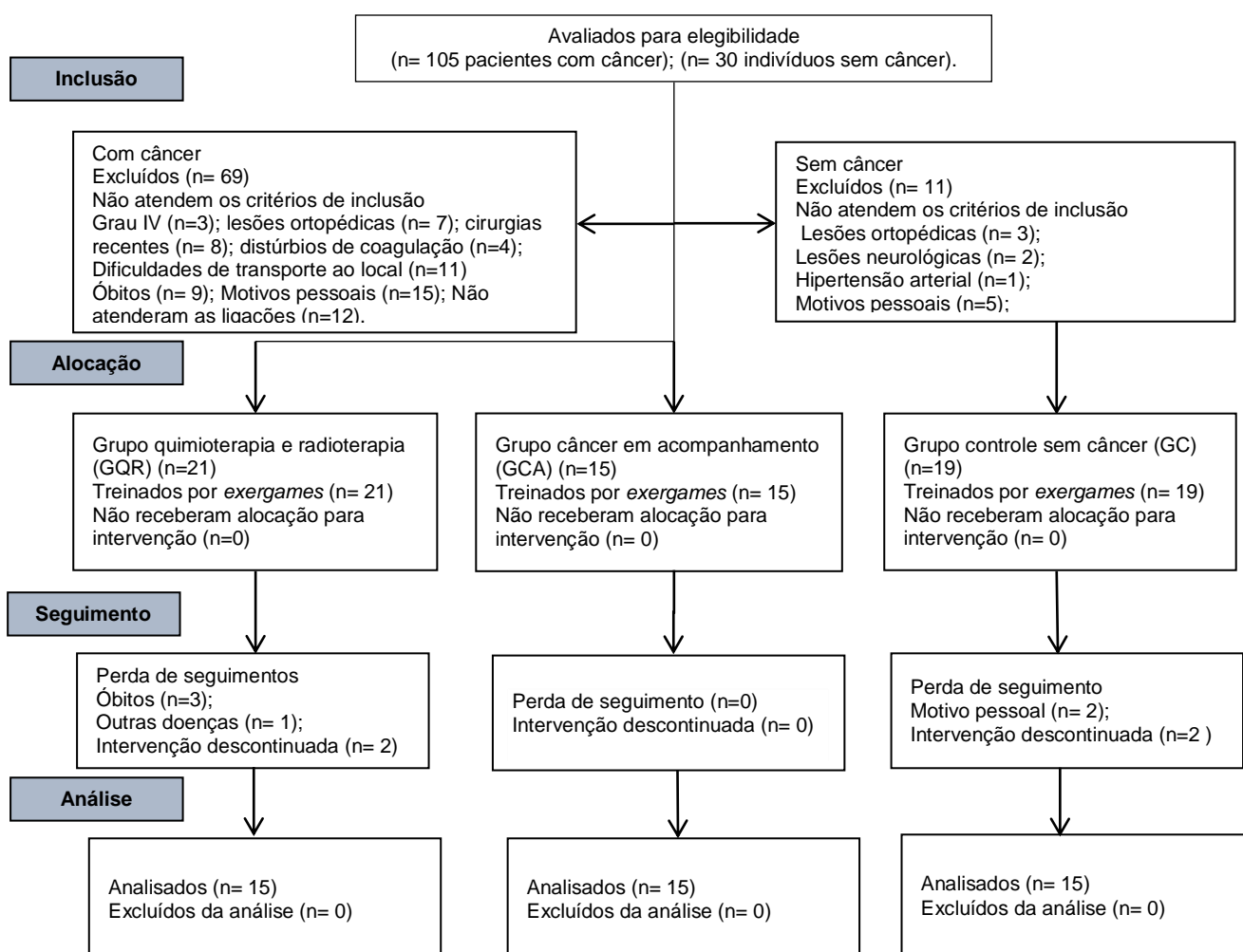


Figura 1- Desenho do estudo.
Fonte: Do autor.

5.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Para uma melhor compreensão do procedimento de avaliação, a seguir serão descritos detalhadamente os métodos de avaliação utilizados nesse estudo.

5.4.1 Avaliação com o FACIT-F

Para todos os participantes, inicialmente foi realizada a mensuração da fadiga relatada sob a forma de entrevista no momento de avaliação 0, após 10 sessões e após as 20 sessões de *exergames*. Para isso, foi usado o questionário *The*

Functional Assessment of Chronic Illness Therapy- Fatigue (FACIT-F), um instrumento validado e traduzido para a língua portuguesa (ISHIKAWA, 2009), sendo aplicável em pacientes com câncer e na população em geral (CELLA et al., 2002) (Anexo B). O FACIT-F aborda cinco domínios, o bem estar físico (7 itens), bem estar social e familiar (7 itens), bem estar emocional (6 itens), bem estar funcional (7 itens) e preocupações adicionais ou subescala de fadiga (13 itens). Cada item dos respectivos domínios deviam ser respondidos em uma escala de 0 a 4, onde o zero corresponde a “nem um pouco” e quatro corresponde a “muitíssimo”.

A confiabilidade da aplicação do questionário FACIT- F foi realizada em pacientes com diferentes tipos e estadios de câncer, não sendo encontradas diferenças significativas em médias das pontuações dos domínios entre a primeira para a segunda entrevista (ISHIKAWA, 2009). Os resultados de reprodutibilidade dos domínios do presente questionário foram obtidos por meio da correlação intraclassa (ICC), atribuindo para o domínio Bem-estar Social/Familiar um valor de ICC de 0,91, para o Bem-estar Físico um valor ICC de 0,72, para a Subescala de Fadiga ou Preocupações Adicionais um valor de ICC de 0,88 e para o *Functional Assessment of Cancer Therapy- Fatigue* (FACT-F) um valor de ICC de 0,91. Para avaliação entre a primeira para a segunda entrevista, foi utilizado a Correlação de Pearson (r), em que foi demonstrado que todos os domínios apresentam excelente correlação com valores de $r > 0,75$, exceto para o Bem-estar Físico ($r = 0,58$). A mais alta correlação encontrada foi obtida no domínio Bem-estar Social/Familiar ($r = 0,84$). Para o FACT-F foi encontrada excelente correlação entre a primeira e a segunda entrevista ($r = 0,85$). Os altos valores obtidos de correlação entre as avaliações indicam o elevado grau de confiabilidade do instrumento utilizado ao longo do tempo, permitindo que se possam realizar comparações entre avaliações, intervenções e com estudos realizados em outros países.

Em nosso estudo, foi utilizado a subescala de fadiga ou preocupações adicionais para avaliação da percepção da fadiga entre os voluntários com e sem câncer. Esse domínio do questionário FACIT-F é composto por 13 itens que avaliam o auto relato de cansaço, fraqueza e dificuldades encontradas nas atividades diárias devido à fadiga (YELLEN et al., 1997). Os escores da subescala de fadiga vai do menor valor possível, indicando 0 (zero) até maior escore possível dessa subescala, correspondente a 52 (cinquenta e dois). Quanto maior for à pontuação obtida nas avaliações, menor é o índice de fadiga relatada em pacientes com câncer e

indivíduos sem câncer (CELLA et al., 2002; WEBSTER; CELLA; YOST, 2003). A confiabilidade dessa escala no Brasil apresenta um ICC de 0,88 (Intervalo IC 95%: 0,81- 0,92) com excelente nível de correlação para a subescala de fadiga por meio de teste e reteste ($r= 0,75$) (ISHIKAWA, 2009).

5.4.2 Avaliação termográfica

Foram coletados dados termográficos da superfície cutânea das regiões anterior e posterior da perna. Para isso, foi utilizado um Termovisor FLIR Série T420 (Flir System AB, Suécia) capaz de permitir análises precisas de temperaturas de superfície com variações entre -20°C a 650°C .

Os voluntários foram instruídos a não consumir bebida alcoólica ou cafeína, não utilizar nenhum tipo de hidratante na pele nas últimas 6 horas e não realizar exercícios físicos vigorosos no período de 24 horas que antecedeu as medições (MARINS et al., 2014).

As avaliações termográficas foram realizadas no Laboratório de Marcha da Universidade Federal de Alfenas, no período de março de 2014 à abril de 2015. Os voluntários foram instruídos a usar shorts, permitindo que a região da perna ficasse exposta para que pudessem ser realizadas as avaliações termográficas.

Após receberem esses cuidados, os voluntários foram encaminhados à sala de exames, em temperatura controlada a 23°C por ar condicionado, umidade relativa do ar em 55% e a velocidade do ar menor que 0,2 m/s controlados por anemômetro digital durante 15 minutos para adaptação as condições da sala. Os voluntários foram posicionados em decúbito dorsal com os membros inferiores levemente inclinados livres de qualquer contato com maca por 15 minutos (BRIOSCHI et al., 2007). Nesse período, os voluntários foram instruídos a não executar movimentos bruscos, não cruzar os braços e pernas, não esfregar e coçar as mãos ou qualquer outra região do corpo, não entrando em contato com materiais que pudessem alterar a temperatura do corpo, especialmente na região a ser avaliada.

Após os voluntários foram posicionados em ortostatismo sobre um tapete de E.V.A, material isolante térmico, conforme demonstrado na figura 2. O termovisor foi posicionado a 2,4m da área avaliada e incidindo de modo perpendicular à mesma,

considerando emissividade de 97,8% para estudo do corpo humano (BRIOSCHI et al., 2007). Foram coletadas imagens termográficas nas vistas anterior e posterior de ambos os membros inferiores (MARINS et al., 2014).

As análises termográficas obedeceram as seguintes recomendações: a região de interesse foram determinadas por retângulos em regiões anatômicas visíveis que foram a 5cm abaixo da borda inferior da patela e a 10cm acima dos maléolos mediais do tornozelo (MARINS et al., 2014). Para isso foi utilizado o software Flir Tools (Flir System AB, Suécia), que permitiu realizar as delimitações da área de interesse e obter os dados de temperatura superficial dessa região avaliada.

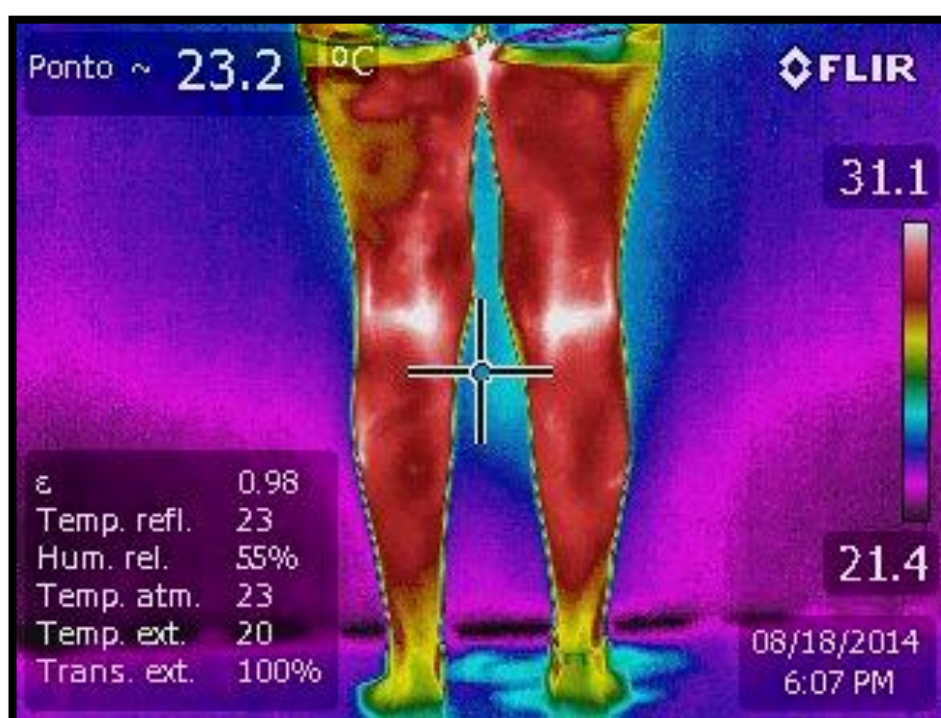


Figura 2 - Posicionamento do indivíduo sobre o tapete de E.V.A para o registro das imagens termográficas de membros inferiores.

Fonte: Do autor.

5.4.3 Análise do equilíbrio estático

Para avaliação do equilíbrio estático em ortostatismo foram utilizados os parâmetros estabilométricos do baropodômetro *FootWork Pro* (IST- Informatique, França), com a finalidade de observar o deslocamento do centro de pressão do corpo (COP). O COP indica o resultado da resposta neuromuscular em resposta ao balanço do centro de massa (COM), sendo indicativo da trajetória do vetor resultante

da força de reação do solo (MOCHIZUKI; AMADIO, 2003). Os voluntários foram posicionados em ortostatismo sobre a plataforma com os pés equidistantes, garantido por meio de um gabarito de 10 cm entre os maléolos mediais do tornozelo. O equilíbrio estático foi avaliado com olhos abertos e com o olhar direcionado a uma parede com uma distância de 5m a sua frente. Após foi realizado uma avaliação do equilíbrio estático com olhos e ouvidos vedados, garantidos através de óculos vedados e um abafador de som posicionado em ambas as orelhas. O tempo de coleta para cada condição foi de 20s. Entre uma avaliação e outra foi dado um descanso de 1 minuto, a fim de evitar possível fadiga.

Os dados foram adquiridos do baropodômetro a uma frequência de 100Hz e analisados por meio do software *FootWork Pro* v. 3.2.2.0 (IST Informatique, França). Os parâmetros estabilométricos analisados foram: deslocamento anteroposterior do COP (COP-AP), mediolateral do COP (COP-ML) e da área de oscilação do COP (COP cm²).

5.4.4 Avaliação Eletromiográfica de superfície (EMGs)

A avaliação eletromiográfica dos músculos gastrocnêmio medial, gastrocnêmio lateral e tibial anterior foi realizado no LAM-Unifal-MG, utilizando eletromiógrafo *Trigno 8 Channel Wireless* (EMGworks, Delsys Inc, Boston, USA). Para a realização dos registros eletromiográficos foi usado o *software EMGworks 4.0 Acquisition*[®]. Para análise e interpretação desses registros foi utilizado o *software EMGworks 4.0 Analysis*[®] para obtenção dos parâmetros de frequência de mediana do sinal eletromiográfico. Para diminuir possíveis interferências na aquisição do sinal EMG, foi realizada a tricotomia e limpeza da pele com álcool no local de referência dos músculos a serem analisados, conforme preconizado pela Sociedade Européia de Eletromiografia de Superfície (SENIAM) (HERMENS et al., 1999).

Para avaliação do músculo tibial anterior, os pacientes e voluntários foram instruídos a ficar sentado com os pés apoiados ao chão para iniciar o procedimento de colocação dos eletrodos. Depois de encontrado os limites desse músculo, os eletrodos foram posicionados no terço proximal da tíbia, seguindo a direção da linha

entre a cabeça da fíbula e a extremidade distal do maléolo medial (HERMENS et al., 1999).

Para avaliação dos músculos gastrocnêmios, os pacientes e voluntários foram posicionados em decúbito ventral com os joelhos estendidos sobre uma maca. Para o músculo gastrocnêmio medial, os eletrodos foram posicionados na região mais proeminente do músculo. Para o músculo gastrocnêmio lateral, os eletrodos foram posicionados e orientados na região correspondente 1/3 entre a cabeça da fíbula e a tuberosidade do calcâneo, conforme as recomendações da SENIAM (HERMENS et al., 2000).

O módulo de aquisição dos sinais foi calibrado em frequência de amostragem de 1000Hz, com ganho de 1000 vezes, e os mesmos foram filtrados em filtros passa alta de 20Hz, filtro de passa baixa de 500Hz e filtro de 60Hz para impedir interferências da rede elétrica. Foram realizadas três coletas eletromiográficas com tempo de duração de 60 segundos (MONGA et al., 1997). O janelamento do sinal eletromiográfico para análise da fadiga foi de três segundos (MERLETTI, LO CONTE, 1997). O janelamento do sinal EMG usado para análise da frequência mediana de três segundos se encontra dentro do intervalo de tempo em que não há influencia sobre os resultados, assim como não há a necessidade do uso da Transformada Rápida de Fourier em diferentes intervalos (HOLLMAN et al., 2013). Para minimizar as diferenças durante a solicitação e interrupção da contração muscular, foram excluídos os 12s iniciais e os 12s finais dos sinais de frequência mediana dos músculos gastrocnêmios e tibial anterior, sendo assim utilizada para análise a média do intervalo de 36s de contração voluntária sustentada.

5.4.5 Avaliação dinamométrica

Concomitantemente, a avaliação eletromiográfica dos músculos de dorsiflexores e flexores plantares dos participantes, foi utilizado um dinamômetro isométrico pertencente ao LAM-Unifal-MG. O equipamento está equipado com uma célula de carga com capacidade de 200kgf, interligada a um eletromiógrafo, modelo EMG System 830c (EMG System, São José dos Campos, São Paulo, Brasil).

Inicialmente os voluntários foram posicionados sentados, confortavelmente em uma cadeira, conforme a figura 3. O posicionamento consistia em ficar sentado com as costas apoiadas contra o encosto, com o quadril fletido, com joelhos flexionados a 90° e tornozelo em posição neutra apoiada sobre a superfície de apoio para os pés. Os pés e coxas foram fixados por cintas estabilizadoras para fixação dos membros junto ao aparelho durante a coleta dos dados. Os membros superiores foram posicionados fletidos e cruzados sobre a região anterior do tronco (CAMARGO et al., 2015).

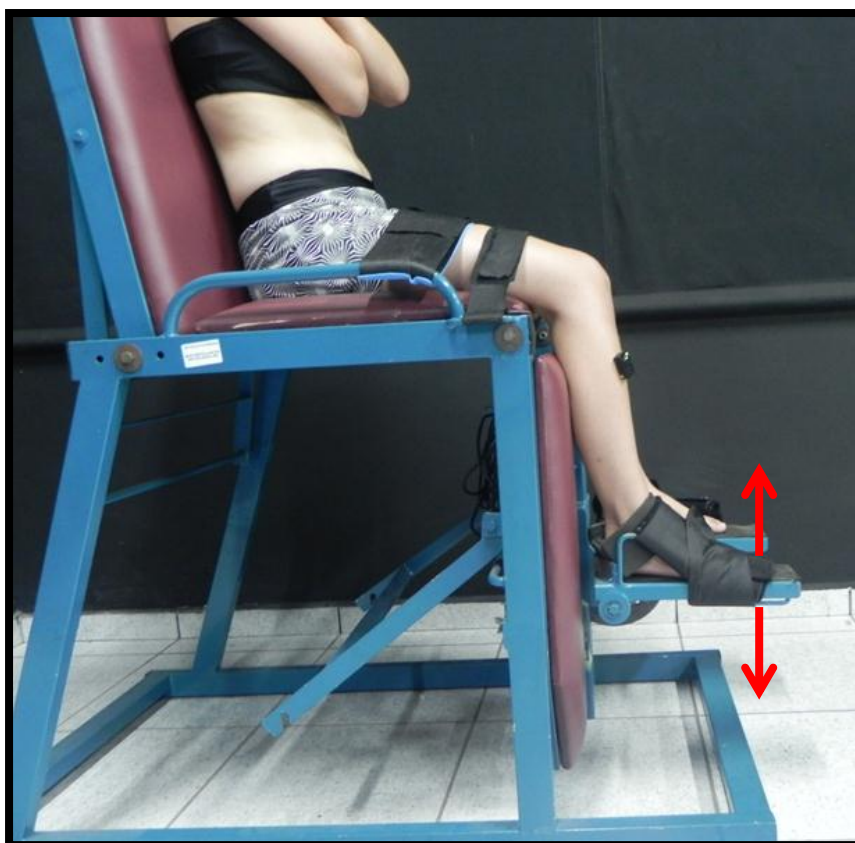


Figura 3 - Posicionamento do voluntário sobre o equipamento para a realização da avaliação da contração isométrica dorsiflexora e flexora plantar.

Fonte: Do autor.

Antes de iniciar o procedimento de avaliação, os voluntários foram orientados verbalmente e por meio de demonstração do movimento de dorsiflexão e flexão plantar que deveriam executar. Para familiarização do voluntário com o equipamento, foi solicitado que realizassem inicialmente dois movimentos com duração de três a cinco segundos (BROWN et al., 2003) e após cinco minutos de descanso realizaram as CIVMs (MONGA et al., 1997).

Com os eletrodos devidamente posicionados sobre os músculos tibial anterior, gastrocnêmios medial e lateral, os voluntários foram instruídos a realizarem

três CIVM de dorsiflexão e flexão plantar de modo alternado, sendo iniciado sempre pelo membro inferior esquerdo seguido do direito.

Para determinação da fadiga muscular foi seguido o seguinte protocolo: primeiro cada paciente realizou uma CIVM de 60s para determinar o pico de força máxima individual e desse valor foi calculado 80% da CIVM, para ser utilizado como o valor mínimo a ser mantido pelos voluntários nas duas avaliações subsequentes de 60s (MONGA et al., 1997), conforme demonstrado na figura 4. Para análise foi utilizada a média das duas CIVM subsequentes (KISIEL-SAJEWICS et al., 2012).

Para minimizar os efeitos do comando verbal sobre a contração muscular, os 12s iniciais e os 12s finais dos sinais da contração dos músculos dorsiflexores e flexores plantares foram excluídos, sendo assim utilizado para análise um intervalo de 36s. Durante as coletas de CIVM foi emitido o mesmo comando verbal para todos os voluntários: “ponta do pé para cima, força, força, força...” para o movimento de dorsiflexão e “ponta do pé para baixo, força, força, força...” para o movimento de flexão plantar.

Após as três coletas, os dados obtidos foram armazenados em um microcomputador equipado com o *software* EMGLab V1 para posterior análise. As análises foram realizadas e planilhadas no Microsoft Office Excel 2010, para posterior análise estatística.

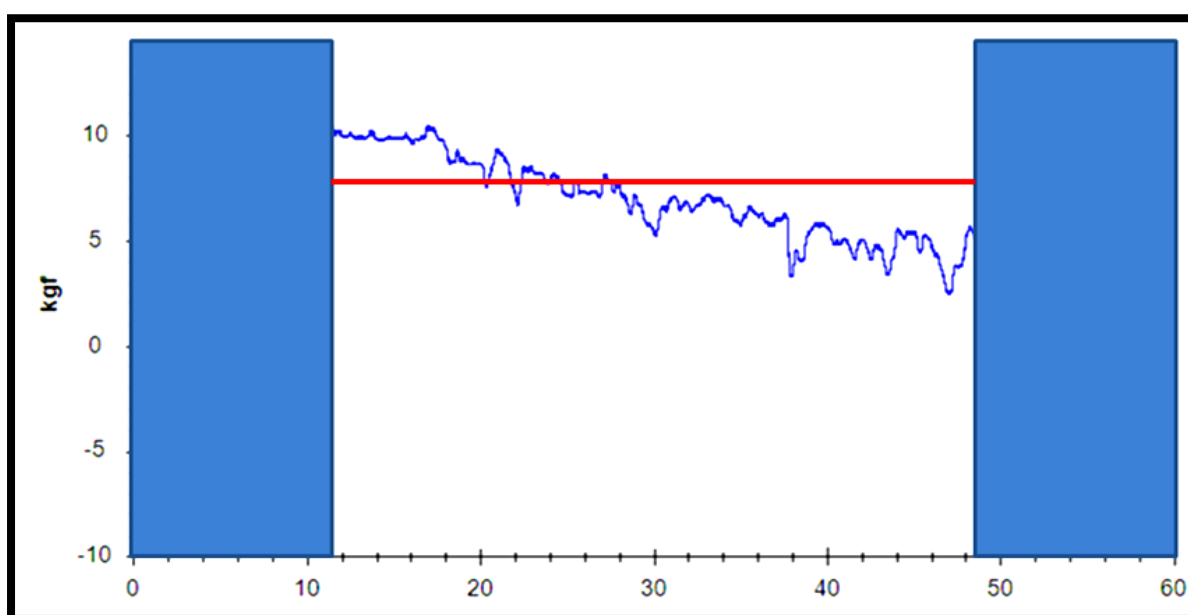


Figura 4 - Representação gráfica da CIVM de 60s exercido pelo voluntário, demonstrando o valor de referência de 80% CVM, representado pela linha vermelha a que deveriam manter. As colunas em azul se referem aos 12s iniciais e 12s finais excluídos.

Fonte: Do autor.

5.4.6 Intervenções

A prática de exercícios por *exergames* foi realizada em todos os grupos. Todas as sessões foram conduzidas no Laboratório de Análise do Movimento Humano da Universidade Federal de Alfenas-MG (LAM). A prática de atividade com *exergames* para pacientes com câncer foi realizada mediante a liberação médica.

Para a realização dos *exergames*, foram seguidas às recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) para a prática de exercícios físicos em pacientes com câncer. As sessões foram realizadas de duas a três vezes na semana, com duração de 30 a 50 minutos cada sessão, com descanso entre as sessões de 48h. A duração semanal de treino foi no mínimo de 75 minutos e no máximo de 150 minutos semanais de treino (SCHMITZ et al., 2010). No presente estudo, a prática de atividades com *exergames* teve duração média de 35 minutos por sessão.

A intensidade das atividades físicas a serem executadas para pacientes com câncer com intuito de promover benefícios à saúde foi considerada como aquelas que gerassem gastos energéticos acima de 3,0 METs, sendo classificada como atividades de moderada a alta intensidade (AINSWORTH et al., 2000; OWEN et al., 2010). Os *exergames* com o game *Your Shape Fitness Evolved 2012*TM (Ubisoft, Canadá) atende as recomendações prescritas, e proporciona uma intensidade de 6,1 METs (HOLMES et al., 2013).

A terapia por *exergames* foi realizado no LAM, local equipado com oito televisores LED de 42" e consoles *Xbox 360 Kinect*TM (Microsoft, U.S.A.) adequadamente distribuídos no interior da sala. Cada vídeo game dispõe de um game *Your Shape Fitness Evolved 2012*.

Após todos os voluntários terem sido avaliados (avaliação 0), foi iniciada a intervenção com os *exergames*. Antes de ser iniciada a intervenção, todos os voluntários receberam as mesmas instruções prévias sobre o manuseio dos jogos e do console *Xbox 360 Kinect*TM.

Os jogos definidos para todos os voluntários foram o *Wall Breaker*, que consiste em acertar os cubos projetados a frente do voluntário e em diferentes posições, mediante a realização de movimentos cruzados e alternados de membros superiores, com o objetivo de treinar velocidade, coordenação para membros

superiores, conforme demonstrado na figura 5. Foram realizadas três séries de três repetições desse jogo durante as dez sessões.



Figura 5 - Demonstração do jogo *Wall Breaker*.
Fonte: Do autor.

A próxima atividade foi com o jogo *Stomp it* que consiste em acertar as luzes que eram direcionadas ao redor do paciente, mediante a realização de movimentos anterior e lateral de membros inferiores, treinando coordenação, velocidade e equilíbrio, conforme demonstrado na figura 6. Foram realizadas três séries de três repetições desse jogo durante as dez sessões.



Figura 6 - Demonstração do jogo *Stomp It*.
Fonte: Do autor.

Após terem completados o período de treinamento, todos os voluntários foram novamente submetidos à avaliação (Avaliação 1).

Após, todos os voluntários terem realizados as reavaliações foram incluídas mais 10 sessões de *exergames*, com duas séries de três repetições dos jogos *Wall Breaker* e *Stomp It* e foi adicionada uma série de três repetições jogo *Run the World*, que consiste em realizar uma simulação de caminhada com distância determinada pelo jogo, realizando a flexão de joelho e quadril alternadamente, com o objetivo de

proporcionar condicionamento cardiovascular e promover bem estar, conforme demonstrado na figura 7.

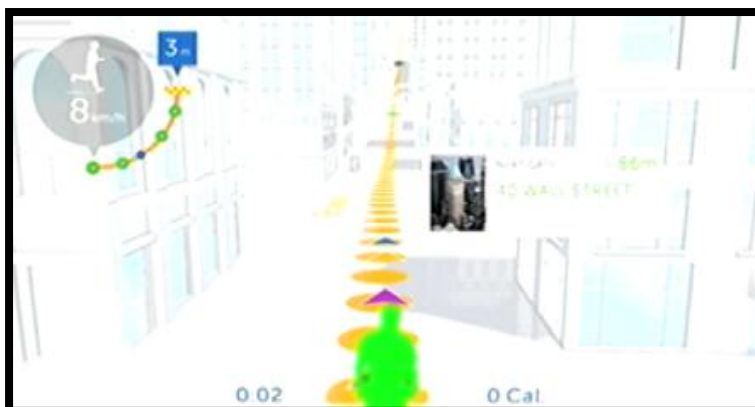


Figura 7 - Demonstração do jogo *Run the World*.
Fonte: Do autor.

Após terem completados as 20 sessões de *exergames*, todos os voluntários foram submetidos à avaliação final, chamada de avaliação 2, completando dessa maneira o protocolo de estudo.

5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados sócio-demográficos e clínicos dos participantes foram organizados em tabelas, com auxílio do programa *Microsoft Office Excel 2007*.

Para análise de homogeneidade entre os grupos, foram consideradas as variáveis: idade; sexo; Índice de massa corporal (IMC); prática de atividade física, prevalência dos tipos de câncer; classificação do estágio do câncer definido por laudo médico e número de sessões de quimioterapia e radioterapia entre os grupos com câncer. O procedimento estatístico utilizado foi o teste de múltiplas comparações de *Tukey-Kramer* para comparação entre os grupos.

Foi utilizado o *software SAS* (SAS Institute Inc., Carolina do Norte, USA)-PROC GLM para análises estatísticas dos dados. Inicialmente foram testados a normalidades dos dados utilizando o teste de *Shapiro-Wilk*. Após foi utilizado à análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas em delineamento inteiramente casualizado para verificar a interação entre grupos com as avaliações antes, durante e após as sessões de *exergames*. Para verificar o efeito da terapia sobre os

instantes de avaliação, foi realizado o procedimento de regressão linear (PROC-REG) ou *Tukey-Kramer*. Em todas as análises, foi considerado um nível de significância de 5%.

6 RESULTADOS

Na tabela 2 podem ser visualizados os dados sociodemográficos dos participantes do estudo.

A comparação entre as médias e desvio padrão da idade, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p= 0,314$). Para a média e desvio padrão da variável IMC não foram encontradas diferenças nas comparações entre os grupos ($p= 0,532$). O nível de atividades físicas praticadas por semana entre os grupos não apresentou diferenças (GQR vs. GCA= 1,000; GQR vs. GC= 0,941; GCA vs. GC= 0,779).

A comparação entre indivíduos do sexo masculino e sexo feminino foi testada, e não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos (GQR vs. GCA= 0,183; GQR vs. GC= 0,102; GCA vs. GC= 0,962). Para o estadiamento do câncer entre os grupos GQR e GCA, não foram encontradas diferenças significativas ($p= 0,051$).

A comparação entre o número de ciclos de quimioterapia realizada entre os grupos GQR e GCA se difere significativamente ($p=0,021$). Já na comparação dos ciclos de radioterapia realizadas entre os grupos GQR e GCA não foram encontradas diferenças significativas ($p=0,817$).

Tabela 2 - Características sociodemográficas e clínicas dos participantes do estudo.

(Continua)

Características (Média±DP)		GQR (n=15)	GCA (n=15)	GC (n=15)
Idade (anos)		57,13±16,74	63,29±7,34	56,73±11,94
IMC (kg/m ²)		24,81±4,63	24,72±4,57	26,24±4,67
Prática de atividade Física (semana)		1,00±1,85	1,21±1,76	1,80±2,11
Gênero (n-%)	M	1 - 6,67	5 - 25,00	4 - 26,67
	F	14 - 93,33	10 - 75,00	11 73,33
Diagnóstico de câncer (meses)		23,92±36,91	50,50±53,92	-
Diagnóstico de câncer (%)				
Trato gastrointestinal		7,14	6,66	-
Mama		42,86	20,00	-
Abdominopélvico		35,71	20,00	-
Orofaringe		0,00	26,67	-
Outros		14,29	26,67	-
Estadio (%)				
0		14,29	8,33	-

			(Conclusão)
I	21,43	33,33	-
II	35,71	50,00	-
III	28,57	8,33	-
IV	0,00	0,00	-
<hr/>			
Quimioterapia (%)			
Platina	33,33	26,67	-
Alcaloides	13,33	33,33	-
Taxanos	26,66	20,00	-
Outros	26,68	20,00	-
<hr/>			
Tipos de tratamento (número)		-	-
Sessões de quimioterapia	14,27±10,07	4,77±4,38-	-
Sessões de radioterapia	22,63±13,66	20,77±18,57-	-

Fonte: Do autor.

Legenda: Índice de Massa Corporal (IMC).

Outros (Leucemia, linfoma, câncer ósseo, cérebro, Linfoma Mielóide Crônica);

Outros medicamentos: (CMF- Carboplatina-metotrexato-fluoracil; ABVD- adriamicina, leomicina, vimbastina e dacarbazina)

Masculino (M), Feminino (F).

6.1 QUESTIONÁRIO FACIT-F

Na tabela 3 são apresentados os resultados de fadiga relatada dos grupos GQR, GCA e GC nas avaliações 1, 2 e 3, correspondentes aos momentos 0 sessão, após 10 sessões e após 20 sessões. Foi observada diferença significativa entre os grupos ao longo dos momentos de avaliação (ANOVA, Grupo*Tempo $p=0,0025$).

Os valores de pontuação obtidos na subescala de fadiga antes de iniciar a terapia demonstram que pacientes com câncer, independentemente de estar ou não em quimioterapia e/ou radioterapia, apresentam valores significativamente inferiores se comparado ao grupo controle sem câncer (GC x GCA, $p<0,0001$; GC x GQR, $p=0,0003$).

Tabela 3 - Valores de média \pm desvio padrão obtido na subescala de fadiga do questionário FACIT-F dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação.

Grupos	Av0	Av1	Av2	ANOVA - Valor de p		
				G*A	A	G
GQR	35,70 \pm 12,35 ^{bB}	44,36 \pm 5,30 ^A	46,79 \pm 4,35 ^A			
GCA	34,07 \pm 12,09 ^{bB}	44,93 \pm 5,20 ^A	44,58 \pm 7,63 ^A	0,0025	<0,0001	0,0008
GC	45,27 \pm 6,15 ^{aA}	46,67 \pm 6,32	47,29 \pm 4,92			

Fonte: Do autor.

Legenda: G*A: Grupo*Avaliação; A: Avaliação; G: Grupo.

Nota: Letras diferentes, maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey-Kramer - $P < 0,05$.

6.2 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Na tabela 4 são apresentados os valores médios de temperatura das regiões anterior e posterior de ambas as pernas dos grupos avaliados nos momentos 0, 1 e 2.

Na comparação intergrupos da avaliação inicial demonstra diferença significativa na temperatura da região anterior do membro inferior esquerdo (GQR vs GCA: $p = 0,024$) e direito (GQR vs GCA: $p = 0,041$; GCA vs GC: $p = 0,042$). Já para a região posterior de ambos os membros, não houve diferença nas comparações entre a temperatura dos grupos em nenhum momento.

A temperatura das regiões anterior e posterior dos membros inferiores dos grupos GQR, GCA e GC não se diferenciou após a prática de *exergames* entre as avaliações 0, 1 e 2. Porém, no instante de avaliação 2, após 20 sessões de *exergames*, foi demonstrado que apenas a temperatura da região anterior direita foi restabelecida a condições prévias (GQR vs GCA: $p = 0,041$; GCA vs GC: $p = 0,042$).

O grupo controle apresentou uma assimetria térmica dos membros inferiores na avaliação 0 (GC: $p = 0,048$), assim como na avaliação 2 (GC: $p = 0,048$). Os grupos GQR e GCA não apresentaram diferenças de assimetria das temperaturas superficiais dos membros inferiores nas avaliações 0, 1 e 2.

Tabela 4 - Valores de média \pm desvio padrão das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) da região anterior e posterior dos membros inferiores dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação.

Grupo Vista	Av 0	Av 1	Av 2	Anova- Valor de p				
				G*A	A	M	G*M	G
GQR	31,12 \pm 1,30 ^a	31,27 \pm 1,17	31,96 \pm 0,73	0,5125	0,6242	0,0068	0,1567	0,0201
GCA AE	30,89 \pm 1,40 ^b	30,83 \pm 1,66	30,77 \pm 1,64					
GC	31,49 \pm 1,14 ^{a#}	31,46 \pm 1,06	31,77 \pm 0,78 [#]					
GQR	31,19 \pm 1,34 ^a	31,23 \pm 1,19	32,01 \pm 0,86 ^a					
GCA AD	31,11 \pm 1,25 ^b	30,98 \pm 1,39	30,90 \pm 1,63 ^b					
GC	31,67 \pm 0,96 ^{a,#}	31,68 \pm 0,87	32,05 \pm 0,69 ^{a,#}					
GQR	30,69 \pm 1,55	31,01 \pm 1,22	31,48 \pm 0,90	0,6470	0,7058	0,9823	0,4918	0,0972
GCA PE	30,44 \pm 1,67	30,84 \pm 1,40	30,47 \pm 1,78					
GC	31,15 \pm 1,25	31,18 \pm 1,11	31,45 \pm 0,86					
GQR	30,79 \pm 1,52	31,09 \pm 1,57	31,58 \pm 1,09					
GCA PD	30,36 \pm 1,58	30,79 \pm 1,42	30,52 \pm 1,83					
GC	31,12 \pm 1,30	31,22 \pm 1,19	31,43 \pm 0,91					

Fonte: Do autor.

Legenda: G*A: Grupo*Avaliação; A: avaliação; M: membros; G*M: Grupo*membros; G: grupos; AE: Anterior esquerda; AD: Anterior direita; PE; Posterior esquerda; PD: Posterior direita.

Nota: Letras diferentes, maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna, # entre os membros direito e esquerdo, se diferem significativamente pelo teste de Tukey-Kramer- $P < 0,05$.

6.3 EQUILÍBRIO ESTÁTICO

Na tabela 5 são apresentados os valores de média e desvio padrão dos parâmetros estabilométricos em diferentes condições visuais obtidos em diferentes momentos de avaliação do estudo.

Não foram observadas diferenças entre os diferentes grupos avaliados pelos parâmetros da estabilometria. Entretanto, foi notado que a prática de exercícios contribuiu para a mudança do deslocamento anteroposterior do COP com olhos abertos entre as avaliações. Para os demais parâmetros não foram encontradas alterações com a prática de *exergames*.

Tabela 5 - Média \pm desvio padrão dos parâmetros estabilométricos dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação.

	Grupos	Av0	Av1	Av2	ANOVA - Valor de p		
					G*A	A	G
					(Continua)		
AP- OA	GQR	1,33 \pm 0,46	1,61 \pm 0,64	1,36 \pm 0,35	0,8870	0,0332	0,9313
	GCA	1,36 \pm 0,42	1,61 \pm 0,50	1,85 \pm 0,85			
	GC	1,56 \pm 0,53	1,32 \pm 0,46	1,32 \pm 0,50			
ML- OA	GQR	1,99 \pm 0,58	2,33 \pm 0,75	2,15 \pm 0,69	0,1151	0,4376	0,2114
	GCA	1,93 \pm 0,61	2,43 \pm 0,87	2,09 \pm 0,77			
	GC	1,96 \pm 0,63	1,98 \pm 1,37	1,93 \pm 0,62			

(Conclusão)							
COP- OA	GQR	2,10±1,07	2,97±1,34	2,40±1,21	0,6455	0,0887	0,6370
	GCA	2,11±1,05	3,35±1,80	3,44±2,24			
	GC	1,66±1,33	1,92±2,72	1,93±0,62			
AP OF	GQR	1,67±1,34	1,59±0,90	1,54±0,60	0,4375	0,8026	0,3473
	GCA	1,49±0,80	1,45±0,76	1,33±0,68			
	GC	1,23±0,43	1,18±0,63	1,03±0,50			
ML – OF	GQR	2,37±1,29	2,46±0,82	2,30±1,26	0,9457	0,8964	0,2096
	GCA	1,24±1,24	2,28±0,92	2,32±0,77			
	GC	1,58±0,42	1,69±1,05	2,42±1,08			
COP-OF	GQR	4,16±7,52	3,34±3,21	3,21±3,12	0,8486	0,5428	0,2540
	GCA	2,35±1,42	3,15±2,93	2,76±2,68			
	GC	1,52±0,88	1,69±2,05	1,98±2,14			

Fonte: Do autor.

Legenda: Amplitude Mediolateral (ML); Amplitude anteroposterior (AP); Área do centro de pressão (COP cm²); Olhos abertos (OA); Olhos fechados (OF). G*A: Grupo*Avaliação; A: Avaliação; G: Grupo

Nota: Letras diferentes, maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste Tukey-Kramer ($p < 0,05$).

6.4 CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA (CIVM)

Na tabela 6 são apresentados os valores de média e desvio padrão da CIVM dos músculos dorsiflexores e flexores plantares de ambos os lados e obtidos nos diferentes momentos de avaliação do estudo.

Foi observada diferença significativa entre os diferentes grupos avaliados apenas para os movimentos de dorsiflexão e flexão plantar direita no momento inicial de avaliação (GC vs GQR; GC vs GCA – $p < 0,05$). Após 10 sessões (Avaliação 1) foi observada diferença apenas entre os grupos GC e GQR para o movimento de dorsiflexão direita ($p < 0,0001$). As demais comparações entre os grupos nos diferentes momentos não demonstram diferença significativas.

Após 20 sessões de exergames foram verificado aumentos significativos dos valores CIVM para os músculos dorsiflexores direito ($p < 0,0001$) e esquerda ($p < 0,05$), enquanto que em 10 sessões já houve aumento da CIVM flexora plantar direita ($p < 0,05$), o qual foi mantido após as 20 sessões de *exergames*.

O GCA e o GC não demonstram ganho significativo de força para os músculos avaliados.

Tabela 6 - Valores de Média \pm desvio padrão das CIVM dos músculos dorsiflexores e flexores plantares dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação.

	Grupos	Av0	Av1	Av2	ANOVA - Valor de p		
					G*A	A	G
DFE	GQR	7,28 \pm 5,72 ^B	9,25 \pm 4,53	10,70 \pm 4,01 ^A	0,6657	0,0001	0,0756
	GCA	10,51 \pm 5,98	11,41 \pm 4,89	12,22 \pm 4,06			
	GC	11,98 \pm 4,84	12,90 \pm 3,95	13,49 \pm 4,16			
DFD	GQR	6,62 \pm 5,01 ^{bB}	8,96 \pm 4,43 ^b	10,90 \pm 3,86 ^A	0,0270	0,0004	<0,0001
	GCA	11,76 \pm 6,15 ^a	11,81 \pm 4,97	11,84 \pm 4,13			
	GC	13,23 \pm 4,89 ^a	13,96 \pm 4,79 ^a	14,19 \pm 4,82			
FPE	GQR	15,61 \pm 12,20	19,39 \pm 12,37	19,66 \pm 11,91	0,0561	0,1232	0,2795
	GCA	20,51 \pm 12,16	23,14 \pm 13,74	21,97 \pm 12,50			
	GC	26,32 \pm 10,44	24,49 \pm 11,80	24,67 \pm 11,34			
FPD	GQR	15,01 \pm 9,96 ^{bB}	22,51 \pm 12,53 ^A	22,59 \pm 12,50 ^A	0,0337	0,0469	0,0007
	GCA	23,06 \pm 11,89 ^a	23,95 \pm 14,30	23,14 \pm 14,40			
	GC	26,08 \pm 12,97 ^a	25,63 \pm 13,25	25,03 \pm 10,09			

Fonte: Do autor.

Legenda: Dorsiflexão esquerda (DFE); Dorsiflexão direita (DFD); Flexão plantar esquerda (FPE) e Flexão plantar direita (FPD). G*A: Grupo*Avaliação; A: Avaliação; G: Grupo.

Nota: Letras diferentes, maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey-Kramer ($p < 0,05$).

6.5 FREQUÊNCIA MEDIANA DA EMGs

Na tabela 7 são apresentados os valores de média e desvio padrão da frequência mediana dos músculos tibial anterior, gastrocnêmios medial e lateral de ambos os lados e obtidos nos diferentes momentos de avaliação do estudo.

Foi observada diferença entre os grupos avaliados apenas para a frequência mediana do músculo gastrocnêmio medial direito (GMD) no momento inicial de avaliação (GCxGQR– $p < 0,05$). As frequências medianas dos demais músculos não apresentaram diferenças entre os grupos no momento inicial de avaliação.

Após 10 sessões (Avaliação 1) não foram observadas diferenças das frequências medianas entre os grupos para movimentos de dorsiflexão e flexão plantar de ambos os membros.

O GQR demonstrou mudança significativa da frequência mediana do músculo gastrocnêmio medial esquerdo na comparação entre os momentos de avaliação 0 e 2 ($p < 0,05$). A frequência mediana do músculo gastrocnêmio medial direito desse grupo demonstrou mudança significativa na comparação entre os momentos de avaliação (0 vs 1; 0 vs 2- $p < 0,05$). Em ambos os músculos não foram encontradas mudanças da frequência mediana entre os momentos de avaliação 1 e 2.

O GCA demonstra mudança significativa de frequência mediana na comparação entre os momentos de avaliação (0 versus 1; 0 versus 2) do músculo tibial anterior esquerdo ($p < 0,05$), porém não existe diferença entre as avaliações 1 e 2. O GC não demonstrou alterações da frequência mediana para os músculos avaliados.

Tabela 7- Valores de média \pm desvio padrão da frequência mediana (FM) dos músculos tibiais anteriores e gastrocnêmios mediais e laterais de ambos os membros inferiores dos grupos GQR, GCA e GC nos três momentos de avaliação.

					(Continua)		
Grupos		Av0	Av1	Av2	ANOVA - Valor de p		
					G*A	A	G
TAE	GQR	103,58 \pm 21,76	102,13 \pm 21,63	107,36 \pm 26,67	0,0544	0,0128	0,1034
	GCA	99,19 \pm 20,64 ^B	112,34 \pm 15,40 ^A	115,65 \pm 23,64 ^A			
	GC	114,58 \pm 18,89	116,28 \pm 16,36	122,89 \pm 24,00			
TAD	GQR	118,14 \pm 29,68	111,48 \pm 28,90	115,40 \pm 29,92	0,2344	0,9234	0,5164
	GCA	116,33 \pm 28,83	118,07 \pm 20,72	114,68 \pm 26,29			
	GC	119,48 \pm 22,09	126,02 \pm 19,82	129,34 \pm 16,72			
GLE	GQR	157,90 \pm 34,32	170,40 \pm 33,54	167,21 \pm 38,53	0,4903	0,1550	0,6192
	GCA	154,88 \pm 33,56	159,41 \pm 35,69	165,26 \pm 23,71			
	GC	168,38 \pm 32,27	165,95 \pm 23,59	167,22 \pm 27,49			
GME	GQR	158,61 \pm 29,61 ^B	180,76 \pm 39,50	185,23 \pm 37,53 ^A	0,0622	0,0005	0,1463
	GCA	150,83 \pm 25,30	154,36 \pm 26,91	161,78 \pm 20,25			
	GC	165,53 \pm 21,05	173,50 \pm 16,71	167,62 \pm 17,67			
GLD	GQR	156,94 \pm 40,39	167,82 \pm 40,02	175,19 \pm 29,55	0,2740	0,0727	0,3071
	GCA	159,27 \pm 19,18	163,14 \pm 22,43	170,49 \pm 12,86			
	GC	157,46 \pm 13,47	150,41 \pm 19,70	154,99 \pm 16,40			

(Conclusão)

	GQR	142,56±29,85 ^{bB}	169,38±35,78 ^A	171,11±24,89 ^A			
GMD	GCA	156,14±9,95	157,65±14,61	162,01±17,93	0,0173	0,0320	0,1538
	GC	167,89±24,00 ^a	163,03±24,72	164,17±17,26			

Fonte: Do autor.

Legenda: Tibial Anterior Esquerdo (TAE); Tibial Anterior Direito (TAD); Gastrocnêmio Medial Esquerdo e Direito (GME; GMD) Gastrocnêmio Lateral Esquerdo (GLE); Gastrocnêmio Lateral Direito (GLD). G*A: Grupo*Avaliação; A: Avaliação; G: Grupo.

Nota: Letras diferentes, maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste Tukey-Kramer ($p < 0,05$).

7 DISCUSSÃO

Abaixo será apresentada a discussão dos resultados obtidos no estudo.

7.1 ANÁLISE DO FACIT-F

Pacientes com câncer experimentam a fadiga durante o tratamento, porém o sintoma pode persistir por meses e anos após esse período (RYAN et al., 2007), tais achados foram evidenciados no presente estudo. Além disso, outras formas de fadiga se associam a doença. Um exemplo é a fadiga mental, a qual se manifesta pela falta de memória e de concentração associada com uma incapacidade para realizar atividades que requerem um esforço físico. Outra forma é a fadiga volitiva que está relacionada à tendência de evitar contatos e atividades sociais. De fato, essas formas de fadiga são indicadores primários de distúrbios psicológicos e estresse mental maior do que do transtorno físico (DIMEO et al., 2008) e podem ser aferidas de modo indireto por meio do FACIT-F (WEBSTER; CELLA; YOST, 2003; HAGELIN, WENGSTROM, FURST, 2009).

No presente estudo a subescala de fadiga do questionário FACIT-F demonstrou que o GQR e GCA apresentaram menores pontuações se comparado ao GC, o que indica que pacientes com câncer, independente do tipo de tratamento realizado apresentam maior fadiga relatada. O presente resultado se assemelha ao estudo de Cella et al. (2002), os quais demonstraram que fatores associados ao tratamento, como a anemia, contribuem para acentuar a fadiga relatada em pacientes com câncer.

Os fatores que mais afetam o estado de fadiga de pacientes com câncer são os tipos de tratamentos em que eles são submetidos. Ao receberem como tratamento a doxorrubicina os pacientes relatam maior percepção de fadiga após quatro semanas de uso ou após o quinto ciclo, se comparado aos mesmos períodos com a administração de ciclos combinados de ciclofosfamida, metotrexato e 5-fluoracil (CMF) (CURT et al., 2000). Assim, o período em que quimioterapia e/ou radioterapia são realizadas influencia as respostas de percepção à fadiga, sendo

que no início e no meio do tratamento, em ambas as formas terapêuticas, a fadiga relatada é mais acentuada (DONOVAN et al., 2004).

Outros autores demonstraram que após o terceiro ciclo de quimioterapia os efeitos da fadiga são mais acentuados, principalmente naqueles pacientes que antes e após o tratamento apresentavam um grau de atividade física reduzida (ISHIKAWA, 2009). Acreditamos que o baixo nível de atividade física durante o tratamento possa estar relacionado às orientações oferecidas aos pacientes, principalmente em permanecer em repouso (DIETRICH, 2007, PRINSEN et al., 2015), o que pode acentuar a percepção da fadiga.

Outra possível explicação para o repouso pode estar relacionado à presença de trombocitopenia (plaquetas < 50 mil/μl) e anemia (Hb < 10 g/dl), ocasionados pelas altas doses de quimioterapias utilizadas no tratamento de linfoma e leucemia (WINNINGHAM; MACVICAR; BURKE, 1986). Entretanto, foi realizado um programa de atividade aeróbica três vezes por semana, com duração de 15 a 30 minutos cada sessão por três meses, com intensidade submáxima seguindo as recomendações da OMS para pacientes com câncer que apresentavam distúrbios hematológicos. Os resultados sugerem que a prática de atividade supervisionada pode ser segura mesmo para pacientes com câncer com plaquetopenia grave (plaquetas > 10 mil/μl) (ELTER et al., 2009). Em nosso estudo, apenas um paciente com câncer que se encontrava em quimioterapia apresentou hemorragia e a atividade por *exergames* foi suspensa imediatamente.

Por meio da prática de atividades por *exergames* foi possível observar uma redução significativa da percepção da fadiga em pacientes com câncer independente da fase de tratamento. Pela subescala de fadiga do FACIT-F foi observado essa redução em menos de quatro semanas, o que corresponde a 10 sessões. Entretanto, nesse período não foi observado diferenças entre os grupos, o que sugere redução dos sintomas de fadiga relatada em ambos os grupos (GQR e GCA) se comparado ao grupo controle. Os resultados permaneceram inalterados após 20 sessões de *exergames*, o que sugere que as 10 sessões subsequentes poderia contribuir para a manutenção da redução da fadiga relatada pelos pacientes com câncer.

Em nosso estudo, após 10 sessões da prática de *exergames*, foi observado um aumento significativo da pontuação da subescala de fadiga no grupo que estava recebendo ciclos de quimioterapia e radioterapia obtendo resultados similares aos

grupos que não recebiam quimioterapia e/ou radioterapia. Nossos resultados estão de acordo com estudos que demonstraram que programas de exercícios não só melhoram o estado funcional e da resistência à fadiga, mas reduzem substancialmente a fadiga em pacientes com câncer (COURNEYA et al., 2003; DIMEO et al., 2008). Portanto, a percepção reduzida da fadiga relatada nesses pacientes pode estar relacionada aos efeitos proporcionados pela realidade virtual, fornecendo uma condição mais agradável de tolerar a quimioterapia. Deste modo, nossos achados reforçam a indicação do uso de vídeos games como um método de intervenção viável no ambiente clínico (SCHNEIDER; HODD, 2007).

A melhora no desempenho físico promovido pelas respostas cardiovasculares e musculares apresentam efeitos secundários nos pacientes com câncer, como a independência, melhora da autoestima, da interação social e do estado de humor, redução de ansiedade e medo (DIMEO et al., 2008), com redução de náuseas, fadiga, distúrbios de sono (COURNEYA et al., 2003). No entanto, salientamos que após a prática de *exergames* houve uma redução da percepção de fadiga relacionada ao câncer observada pela subescala de fadiga do FACIT-F, o que pode contribuir parcialmente para melhora do estado de saúde dos pacientes após a prática de atividades físicas (ADAMSEN et al., 2009; PRIMACK et al., 2012).

Embora não tenhamos avaliado a dor nos pacientes com câncer, foi visto que a dor e fadiga são duas complicações presentes ao longo da doença. Estudos comprovam que existe uma relação entre o nível de dor com a percepção da fadiga em pacientes com câncer, ao melhorar um dos sintomas, outro sintoma também é aliviado (LAMINO; MOTA; PIMENTA, 2011). Assim, a redução desses sintomas pode estimular o paciente com câncer a se movimentar, melhorando a sua capacidade funcional (VERNADAKIS et al., 2014). Portanto, acreditamos que a redução da percepção da fadiga pode estar associada à redução da dor promovida pela prática de *exergames*.

Schneider et al. (1999) relataram melhora da dor em crianças com câncer que utilizaram a realidade virtual por *exergames* como meio para distração da dor, obtendo resultados similares em mulheres com câncer de mama que recebem ciclos de quimioterapia (SCHNEIDER et al., 2004). Nas mulheres com câncer de mama já foi demonstrada uma redução significativa nos sintomas de dor, fadiga e ansiedade (SCHNEIDER; HOOD, 2007). Acreditamos que a redução desses sintomas estejam associadas ao prazer alcançado pelo uso dos *exergames*, o que torna a terapia mais

agradável (KHO et al., 2012), e segura (HOLMES et al., 2013), mesmo para pacientes que estão em quimioterapia e/ou radioterapia. Todavia, a dor não foi mensurada no presente estudo.

O uso do game *Your Shape Fitness Evolved 2012* possibilita a prática de diferentes atividades, com duração de vários minutos. O vídeo game proporciona um *feedback* da aptidão física, por meio da pontuação e do comando verbal, o que estimula o jogador a melhorar constantemente o seu desempenho durante o jogo (KUYS et al., 2011), resultando no aumento da intensidade da atividade física (PRIMACK et al., 2012) e da carga de trabalho sem ter a percepção do esforço realizado com essas atividades (RHODES; WARBURTON; BREDIN, 2009).

Estudos comparativos entre o modelo de terapia por meio de vídeo games em relação às terapias tradicionais relatam que os jogos interativos apresentaram melhores resultados, no que diz respeito às maiores cargas de trabalho, sem a percepção de esforço, atingindo assim melhor aptidão física (RHODES; WARBURTON; BREDIN, 2009). Os nossos resultados demonstram que após dez sessões de *exergames*, houve uma melhora da aptidão física, o que pode ter contribuído para redução da percepção da fadiga associado melhora de habilidades funcionais diárias, mesmo para aqueles pacientes que estavam em quimioterapia.

7.2 ANÁLISE TERMOGRÁFICA

Até o presente momento não foram encontrados estudos que realizassem a avaliação termográfica em membros inferiores de pacientes com câncer, submetidos à prática de *exergames*. No presente estudo foi demonstrado que, os pacientes que não recebem ciclos de quimioterapia e/ou radioterapia apresentaram reduções significativas da temperatura da região anterior do membro inferior se comparados aos demais grupos avaliados (GQR e GC). Enquanto, que na comparação entre os GQR e GC, não houve diferença da temperatura superficial dos membros inferiores.

Os padrões anormais térmicos podem facilmente serem reconhecidos pela termografia infravermelha, o que pode estar associado a outras variáveis clínicas (LAHIRI et al., 2012; MARINS et al., 2014). Por exemplo, no presente estudo, foi visto que o GQR apresentava menor CIVM de dorsiflexão direita em comparação

com o GCA, no sentido oposto o GQR apresenta maior temperatura inicial se comparado ao GCA quando aferida a região anterior direita. Assim, os achados do presente estudo reforçam a necessidade de outros testes que identificam a causa da anormalidade térmica (LAHIRI et al., 2012; MARINS et al., 2014).

A diferença térmica superficial da região anterior dos membros inferiores entre os grupos GQR se comparado ao GCA pode estar associado ao catabolismo muscular provocado pelas citocinas, dado não avaliado no presente estudo, como a TNF- α e IL-6 (TISDALE, 2005), aumento dos níveis de IL-1 e TNF- R2 em pacientes com câncer de mama (BOWER et al., 2002). A elevação dos níveis plasmáticos de serotonina cerebral, que pode alterar a temperatura cutânea nesses pacientes (RYAN et al., 2007). O aumento dos níveis de citocinas pró-inflamatórias, como o TNF- α , a IL-1 β , o interferon (IFN- α e IFN- γ) apresentam relação com o metabolismo da serotonina (WICHERS; MAES, 2002; ZHU; BLAKELY; HEWLETT, 2006). Após determinado período de treinamento, tem sido comprovados que essas citocinas podem ser suprimidas (AL-MAJID; McCARTHY, 2001), a temperatura cutânea das regiões anterior e posterior apresentam-se similares entre os grupos.

A administração de drogas quimioterapêuticas, como os derivados platina (JURADO et al., 2009), taxanos (ARGYRIOU et al., 2008) e os epotilones (ALLTMAN et al., 2000), levam à toxicidade das fibras nervosas sensoriais, motoras ou mistas do sistema nervoso periférico, o que pode ocasionar manifestações diferentes de temperatura com ou sem comprometimento autonômico nos pacientes com câncer (ARGYRIOU et al., 2012). Essas drogas provocam cardiotoxicidade, o qual pode reduzir o volume de ejeção sanguínea, e levam a um comprometimento sanguíneo para os músculos e/ou alteram a taxa de ventilação-perfusão (DIMEO, 2001). Esse fato pode explicar a diminuição da temperatura cutânea no GCA em relação aos demais grupos, sugerindo que os efeitos da quimioterapia e/ou radioterapia podem permanecer por longos períodos após o término do tratamento (RYAN et al., 2007).

Para ambos os grupos com câncer não houve diferenças para a temperatura cutânea nas regiões anterior e posterior. Além disso, não foi identificada a presença de assimetria térmica entre os lados avaliados. Somente o grupo controle apresentou diferença significativa de assimetria térmica da região anterior dos membros inferiores esquerdo e direito. Todavia, as diferenças assimétricas de temperaturas se encontram dentro dos valores tidos como normais (entre 0,5°C) (MARINS et al., 2014), sugerindo ausência de anormalidades térmicas, alterações

do fluxo sanguíneo e distúrbios dos sistema nervoso autonômico (HERRY; FRIZE, 2004) nos membros avaliados.

Nesse sentido, faz-se necessários o desenvolvimento de novos estudos para melhor padronização das temperaturas cutâneas em indivíduos em diferentes condições clínicas e na presença de doenças.

7.3 ANÁLISE DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO

Os resultados obtidos pela estabilometria nas condições de olhos abertos e fechados, não demonstraram diferença significativa entre os grupos após as sessões com *exergames*, mesmo que a quimioterapia possa ter contribuído para o desenvolvimento de neuropatia (ARGYRIOU et al., 2012).

A quimioterapia pode resultar em neuropatia periférica devido aos agentes neurotóxicos (ARGYRIOU et al., 2012). Esses componentes tóxicos podem causar danos estruturais e funcionais nas fibras nervosas, resultando na redução da excitabilidade e velocidade de condução nervosa (KELLY; KARCHER, 2005). Como consequência ocorre à diminuição da sensibilidade, presença de dor, maior perda do controle do equilíbrio e risco de quedas nesses pacientes (WAMPLER et al., 2007; VAN SCHIE, 2008; TOFTHAGEN, OVERCASH, KIP, 2012). Mesmo depois do término das sessões desse tratamento, é possível persistir uma neuropatia periférica capaz de influenciar no equilíbrio e funcionalidade dos indivíduos com câncer (SIOKA, KYRITISIS, 2009). Entretanto, os resultados do presente estudo não demonstraram alterações das variáveis mensuradas para o equilíbrio postural entre os grupos, o que pode indicar uma possível estratégia compensatória em pacientes com câncer (KNEIS et al., 2015) acompanhadas de adaptações neuromusculares (BRUHN; KULLMANN; GOLLHOFER, 2004; TAUBE et al., 2007; ZECH et al., 2010), assim como os mesmos não apresentavam neuropatia periférica no início do estudo. No entanto, os mecanismos posturais alterados pela neuropatia periférica ainda não estão esclarecidos (HERSHMAN et al., 2014; KNEIS et al., 2015).

Associada a essas adaptações, possíveis mudanças a nível supraespinal e espinal podem contribuir para as modificações dos mecanismos de controle postural (YAGGIE; CAMPBELL, 2006; TAUBE et al., 2007; SCHUBERT et al., 2008). As

mudanças ocorridas nas áreas supraespinais modificam os impulsos sensoriais do fuso muscular e diminuem a excitabilidade de nervos periféricos de modo a influenciar as respostas motoras para melhorar o equilíbrio postural (TAUBE et al., 2007). Por outro lado, foi visto que o aumento da excitabilidade dos reflexos espinais pode causar rápidas mudanças das direções (CABEZA-RUIZ et al., 2011), o que pode explicar o aumento mesmo não significativo nos valores de estabilometria nas avaliações (TAUBE et al., 2008).

Para suprir essa deficiência postural, a transferência de peso sobre os membros inferiores (AMANN et al., 2009) e a co-contração de vários músculos que contribuem para aumentar a estabilidade articular (HORTOBAGYI et al., 2009). Acreditamos que estas mudanças são capazes de compensar as deficiências neuromotoras associadas à doença e seus tratamentos (SIEGEL; LEKAS; MAHESHWARI, 2012). Assim, interpretamos que os resultados das alterações do equilíbrio estático nas duas condições visuais do estudo pode estar correlacionada à coativação de outros grupos musculares (CAROLAN; CAFARELLI, 1992; GRIBBLE; HERTEL, 2004; BOYAS et al., 2011), os quais não foram aqui avaliados.

Os resultados obtidos na avaliação do equilíbrio postural estático entre os grupos com câncer e o grupo controle, sugerem uma possível associação de estratégias. A primeira estratégia usada para o controle do equilíbrio ocorre no tornozelo, em situações de menor perturbação do equilíbrio, e há uma atividade muscular controlada pelos músculos do tornozelo, joelho e quadril (LACOUR; BERNARD-DEMANZE; DUMITRESCU, 2008). A postura ortostática requer baixos níveis de contração muscular, por exemplo, o músculo sóleo necessita de 10% da contração voluntária máxima (CVM), enquanto os músculos gastrocnêmios raramente estão ativos durante o equilíbrio estático (OKADA et al., 1973). Outra possível explicação sugere que a preservação dos mecanismos sensoriais musculares, como o órgão tendinoso de Golgi e fuso muscular podem prover modulações adequadas de contração muscular para manutenção do equilíbrio (DI GIULIO; MAGANARIS; BALZOPoulos; LORAM, 2009). Apesar de terem sido encontradas diferenças encontradas na CIVM entre os grupos, a força muscular dos pacientes com câncer parecem não comprometer o equilíbrio bipodal em ambas condições visuais.

Por outro lado, os resultados parecem indicar que em situações mais desafiadoras, como na condição de olhos fechados, o equilíbrio postural estático

parece exigir uma maior demanda sobre o sistema de controle postural. Nessa situação, outros músculos, como os abdominais e quadríceps femoral por apresentarem áreas transversais maiores que os músculos do tornozelo, as correções da posição articular podem ocorrer diante de uma instabilidade postural, com maiores níveis de contração muscular, os quais podem ter contribuído para a maior variabilidade dos parâmetros estabilométricos (GRIBBLE; HERTEL, 2004). Salientamos que esses músculos não foram avaliados no presente estudo.

Outra possível explicação para a ausência de diferenças intergrupos para as avaliações de equilíbrio postural pode estar associada ao tempo dispendido de coleta, visto que outros estudos utilizaram intervalos 30s para avaliação do equilíbrio postural estático (DI GIULIO; MAGANARIS; BALTZOPOULOS; LORAM, 2009; KNEIS et al., 2015). Assim, o protocolo de 20s de coleta do equilíbrio postural estático não foi suficiente para promover alterações significativas das variáveis estabilométricas de pacientes com câncer e indivíduos sem câncer.

7.4 ANÁLISE DA DINAMOMETRIA E ELETROMIOGRAFIA

Pacientes que estão em quimioterapia e/ou radioterapia apresentam reduções importantes no diâmetro das fibras musculares e no número de unidades motoras recrutáveis (PRINSEN et al., 2015). Os resultados de CIVM sugerem que essas reduções podem ter afetado a capacidade de produção de força muscular voluntária máxima no GQR.

Inicialmente o grupo GQR mostrou redução nos valores de média de CIVM dorsiflexora e flexora plantar em comparação aos outros grupos do presente estudo. É sabido que a perda na capacidade de produção de força pode ser originada no sistema nervoso central e periférico ou em ambos (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008; KISIEL-SAWAJICS et al., 2013).

Outra possível explicação para as diferenças das médias das CIVMs dos músculos flexores plantares e dorsiflexores encontradas no GQR em relação aos demais grupos, pode estar relacionado à redução do aporte de adenosina trifosfato (ATP) para a contração muscular na fase inicial do estudo. Embora estudos sobre esse assunto sejam limitados, frequentemente os pacientes com câncer apresentam

redução da ingestão de nutrientes devido à alteração do apetite, levando a anorexia e caquexia, os quais podem diminuir a concentração de ATP (RYAN et al., 2007) e aumentar os níveis de proteínas de desacoplamento (ISAKSSON et al., 2002).

A perda de massa muscular em pacientes com câncer é complexa e está associada à redução da ingestão de nutrientes, mas também alterações metabólicas induzidas pelo tumor, incluindo um catabolismo e síntese proteica reduzida (TISDALE, 2005). O catabolismo de tecido muscular ocorrido durante a caquexia parece ser mediado por citocinas (TNF- α e IL-6) (TISDALE, 2005). Uma importante citocina envolvida é o fator de necrose tumoral (TNF- α) que regula a expressão de vários genes envolvidos na perda de massa muscular. Estudos realizados em pacientes com câncer de mama que apresentavam o sintoma de fadiga apresentavam níveis elevados de IL-1 e TNF-R2 (BOWER et al., 2002), o que poderia justificar os achados do GQR na fase inicial do estudo.

Em nosso estudo, os parâmetros de frequência mediana apresentaram resultados menos expressivos entre os três grupos. Os achados em questão estão em acordo com outros autores que demonstraram que pacientes com câncer e indivíduos sem câncer (GCA versus GC: $p > 0,05$) podem possuir valores semelhantes dessa variável (KISIEL-SAJEWICS et al., 2013).

Entretanto, ao longo dos diferentes momentos de avaliação, foi observada a melhora da velocidade de condução do potencial de ação, indicado pelo aumento dos valores de FM dos músculos GMD e GME no GQR, o que sugere melhora da fadiga muscular. Tal fato pode ter ocorrido devido aos tipos de fibra muscular que compõe esse músculo. O músculo gastrocnêmio medial tem predominância de 44% a 54% de fibras do tipo II (JOHNSON et al., 1973). Comumente, as fibras do tipo II (glicolíticas e glicolíticas oxidativas) alcançam de modo mais rápido uma máxima taxa de despolarização e repolarização se comparado às fibras de contração lenta, porém com baixa duração do potencial de ação de modo a aumentar os valores de FM (KUPA et al., 1995), o que explicaria os achados após as 20 sessões de *exergames*. Além disso, com o treinamento pode ter ocorrido outros ajustes neuromusculares, tais como o aumento do recrutamento de unidades motoras, da taxa de disparo das unidades motoras que podem contribuir para as respostas de FM no GQR (HÄKKINEN et al., 2003; CADORE et al., 2013).

A quimioterapia pode ocasionar lesão do sistema nervoso periférico, sendo manifestada sob as formas de neuropatia motora e/ou sensorial. Os agentes

quimioterápicos classificados como platina (oxiplatina, carboplatina, cisplatina) tem demonstrado reduções da amplitude do potencial de ação sensorial, enquanto que as descargas neuromiotônicas e repetitivas no potencial de ação contribuem para que a velocidade de condução do potencial de ação muscular permaneça inalterada durante o tratamento (ARGYRIOU et al., 2012). Por sua vez, os agentes quimioterapêuticos alcalóides, como a vincristina, vinblastina e os compostos semi-sintéticos podem levar a fraqueza muscular, especialmente nos músculos dorsiflexores e extensores de pé (VERSTAPPEN et al., 2005). As diferenças de CIVM inicialmente encontradas entre os grupos pode estar associadas aos diferentes medicamentos utilizados no tratamento.

O grupo GQR apresentou em média 14 ciclos de quimioterapia e 22 ciclos de radioterapia. Frequentemente, a combinação de quimioterápicos durante o tratamento apresenta maiores índices de fadiga muscular do que o uso único de quimioterápico (BERGER et al., 1998). Em altas doses cumulativas os quimioterápicos afetam a velocidade de condução dos potenciais de ação (ARGYRIOU et al., 2012), podendo ocorrer diminuição da força muscular distal e proximal (WINDEBANK; GRISOLD, 2008). Em um estudo realizado em mulheres que receberam quimioterapia ou radioterapia a severidade da fadiga aumentou do meio para o final do período de tratamento (DONOVAN et al., 2004).

Outro fator que possa ter contribuído para os achados de FM nos músculos gastrocnêmios mediais do GQR foi sua maior atividade eletromiográfica do que os músculos gastrocnêmio laterais e o sóleo na posição de 90° de joelho (PEREIRA; OLIVEIRA; NADAL, 2011), ou seja, acreditamos que a quimioterapia e/ou radioterapia possam de fato ter promovido diminuição acentuada nas fibras tipo II.

Além disso, a manutenção da FM ao longo dos períodos de avaliação demonstrou que para os GCA e o GC os mecanismos descendentes centrais para ação sinérgica muscular podem não ter afetado o sinal eletromiográfico (STUTZIG; SIEBERT, 2015) e ao mesmo tempo não impediu a redução da amplitude do sinal (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008).

Ao contrário do que foi obtido na CIVM, a FM demonstrou poucas alterações no diferentes grupos avaliados, com destaque para os músculos gastrocnêmios. Acreditamos que as pequenas alterações na velocidade de condução dos potenciais de ação ao longo do sarcolema não foram suficientes para demonstrar a presença de fadiga muscular (PRINSEN et al., 2015). Apesar ter ser possível evidenciar fadiga

periférica por meio da CIVM, vários estudos comprovam que pacientes com câncer tendem a apresentar menor fadiga periférica e maior fadiga central (GANDEVIA, 2001; KISIEL-SAWAJICS et al., 2013; PRINSEN et al., 2015). Dado este, evidenciado por meio da subescala de fadiga no questionário FACIT-F, a qual sinalizou fadiga em todos os grupos de paciente com câncer independente da fase de tratamento.

Hipotetizamos que nossos pacientes podem apresentar maiores níveis de fadiga central, visto que foram demonstradas poucas alterações nos parâmetros de frequência mediana do sinal EMG. A fadiga central é tida como uma falha no sistema nervoso central (SNC) para transmitir impulsos do neurônio motor, o que leva a uma insuficiência na transmissão de potenciais de ação para os músculos e não permite que sejam alcançadas contrações voluntárias máximas (ZWARTS; BLEIJENBERG; VAN ENGELEN, 2008). Tal fato poderia estar presente no GQR antes da prática dos *exergames*, porém foi reestabelecido em condições semelhantes aos indivíduos saudáveis após as 20 sessões.

7.5 EXERGAMES

No presente estudo foi observado que após as 10 sessões de *exergames* com duração média de 35 minutos, houve redução da fadiga relacionada ao câncer mensurada pela subescala de fadiga pelo FACIT-F em ambos os grupos com câncer, aumento significativo da média da CIVM (DFD, DFE e FPD) e da frequência mediana do sinal eletromiográfico (GMD e GME) no grupo GQR após 20 sessões. Em comparação indireta, nota-se que os programas de treinamento aeróbico em pacientes com câncer com um tempo de atividade 15 a 30 minutos, de seis a 26 semanas e frequência de três vezes por semana de caminhada em esteiras e bicicletas ergométricas contribui para redução da fadiga relatada (COURNEYA, 2003; HÄKKINEN et al., 2003; MONGA et al., 2007; GALVÃO et al., 2010).

O treino de resistência à fadiga por meio do uso de vídeo games em pacientes altamente debilitados demonstra ser uma efetiva ferramenta de reabilitação (KHO et al., 2012). Acreditamos que a melhora na fadiga relatada pode estar relacionada ao incremento da carga de trabalho que foi imposta pelos

exergames sem a percepção de esforço por parte do paciente, os quais podem ter aumentado as variáveis físicas (RHODES; WARBURTON; BREDIN, 2009; SALEM et al., 2012), dados não avaliadas no presente estudo. Uma consideração importante e que possa ter auxiliado nas respostas do estudo foi à escolha dos jogos *Run the World* e *Stomp It*, os quais são desafiadores e permitem que os pacientes realizem exercícios para ganho de força muscular e de resistência à fadiga.

Como benefícios os treinamentos de resistência à fadiga induzem adaptações (IZQUIERDO et al., 2004) nos sistemas pulmonar, cardiovascular e neuromuscular, como a melhorar da oferta de oxigênio para as mitocôndrias e aprimoramento no controle metabólico das fibras (HASSANLOUEI et al., 2014), aumento na atividade enzimática, aumento na densidade capilar e no número de mitocôndrias no músculo (HOLLOSZY; COYLE, 1984). Assim, interpretamos que o uso de *exergames* pode ter reduzido a cardiotoxicidade provocadas por drogas, como antraciclinas e ciclofosfamida, melhorando o suprimento sanguíneo para os músculos e da capacidade de transporte de oxigênio para as células (DIMEO, 2001).

O GQR demonstra mudança significativa de força na comparação entre os momentos de avaliação 0 e 2 dos movimentos de dorsiflexão direita ($p < 0,0001$) e esquerda ($p < 0,05$), porém não existe diferença entre as avaliações 1 e 2. Tal resposta sugere que a prática de exercícios possa ter contribuído para o aumento de força muscular dorsiflexora de ambos os membros, porém mais expressivo após 20 sessões. Para o movimento de flexão plantar, apenas o membro direito sofreu alteração para esse grupo, sendo que 10 sessões já foram suficientes para promover melhoras no quadro de força, sendo mantida após 20 sessões. A prática de exercícios por *exergames* demonstra um possível aumento no recrutamento unidades motoras que ajudaram a elevar a média da CIVM e a FM no grupo GQR, semelhante ao que ocorre em outros estudos que utilizam o exercício como técnica de redução da fadiga em pacientes com câncer (KAMEN; CALDWELL, 1996; AL-MAJID; MCCARTHY, 2001; HÄKKINEN et al., 2003; GELLI et al., 2007).

Foi verificado ao final da terapia por *exergames*, os pacientes com câncer e sem câncer não apresentaram diferenças significativas de frequência mediana do sinal EMG após 20 sessões, aproximadamente oito semanas. Porém em treinamentos da resistência à fadiga associado ao treino de força adaptações neuromusculares são observadas apenas após 12 semanas (CADORE et al., 2013), o que pode justificar algumas das respostas encontradas no estudo, como a FM dos

músculos TAE, TAD, GLE e GLD, a qual não sofreu alterações significativas.

7.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

As possíveis limitações do estudo se devem a falta de um grupo de pacientes com câncer que estão recebendo ciclos de quimioterapia e radioterapia, um grupo paciente com câncer e que não estavam em quimioterapia e/ou radioterapia e um grupo controle sem câncer que não realizaria a prática de *exergames*.

Pelo fato de não estarmos em um centro de referência para o tratamento do câncer, houve uma dificuldade em padronizar o número de quimioterápicos desses pacientes, assim como o estadiamento do câncer. Apesar disso, não houve diferença estatística entre os estadiamento do câncer entre os grupos (GQR e GCA) ($p= 0,817$).

Quanto à diferença de gêneros entre os grupos, inicialmente os grupos apresentavam-se equiparados nessa variável. Entretanto, ao longo da intervenção ocorreram perdas amostrais no GQR (dois óbitos) e no GC (quatro desistências). Porém, apesar da diferença no percentual de homens e mulheres em cada grupo, não foram encontradas diferenças significativas dessa variável no presente estudo (GQR vs GCA= 0,183; GQR vs GC= 0,102; GCA vs GC= 0,962).

Outra limitação do estudo foi o tempo de avaliação do equilíbrio estático o qual pode ter influenciado nos resultados.

8 CONCLUSÃO

O protocolo de 20 sessões de *exergames* utilizado nesse estudo influenciou na percepção de fadiga relatada, no restabelecimento da força muscular dorsiflexora e flexora plantar e no aumento dos valores de frequência mediana nos pacientes com câncer, independente da fase do tratamento. As diferenças inicialmente encontradas na percepção de fadiga, na força muscular e na frequência mediana do sinal EMG entre grupos com câncer e grupo controle foram restabelecidas após as 20 sessões de *exergames*, indicando que essa ferramenta terapêutica foi eficaz para melhora da fadiga relatada e fadiga muscular em pacientes com câncer.

Portanto, a prática de *exergames* se mostra eficaz para redução da fadiga relatada pela subescala de fadiga e da fadiga muscular por eletromiografia, aumento da força muscular isométrica, porém sem promover alterações significativas no perfil térmico e no equilíbrio postural estático de pacientes com câncer em tratamento e que estão apenas em acompanhamento médico.

REFERÊNCIAS

ADAMSEN, L. et al. Struggling with cancer and treatment: young athletes recapture body control and identity through exercise: qualitative findings from a supervised group exercise program in cancer patients of mixed gender undergoing chemotherapy. **Scand J Med Sci Spor**, v. 19, p. 55-66, 2009.

AINSWORTH, B. E. et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, p. 498-504, 2000.

AHLBERG, K. et al. Assessment and management of cancer-related fatigue in adults. **Lancet**, v.362, p. 640-650, 2003.

ALEXANDER, S., MINTON, O., STONE, P. C. Evaluation of Screening Instruments for Cancer-Related Fatigue Syndrome in Breast Cancer Survivors. **J Clin Oncol**, v. 27, n. 8, p. 1197-1201, 2009.

AL-MAJID, S.; MCCARTHY, D.O. Cancerinduced fatigue and skeletal muscle wasting: The role of exercise. **Biolog Res Nurs**, v. 2, n. 3, p. 186-197, 2001.

AMALU, W. C. et al. Infrared imaging of the breast- an overview. In: J.D. Bronzino. **Biomedical Engineering Handbook**, 3^o ed., Medical Devices and Systems, CRC Press, 2006, cap. 25, p. 1-17.

AMANN, M. et al. Opioid mediated muscle afferents inhibit central motor drive and limit peripheral muscle fatigue development in humans. **J Physiol**, v. 587, p. 271–83, 2009.

ANDREWS, P. L. R. et al. Mechanisms and models of fatigue associated with cancer and its treatment: Evidence of pre-clinical and clinical studies. In: Armes, J.; Krishnasamy, M.; Higginson, I. **Fatigue in Cancer**. Oxford: Oxford University Press, 2004, cap. 8, p. 51-87.

ARGILES, J. M., BUSQUETS, S., LOPEZ-SORIANO, F. J. Cytokines as mediators and targets for cancer cachexia. **Cancer Treat Res**, v. 130, p. 199-217, 2006.

ARGYRIOU, A. A. et al. Peripheral nerve damage associated with administration of taxanes in patients with cancer. **Crit Rev Oncol Hematol**, v. 66, n. 218–28, 2008.

ARGYRIOU, A. A. et al. Chemotherapy-induced peripheral neurotoxicity (CIPN): an update. **Crit Rev Oncol Hema**, v. 82, n. 1, p. 51–77, abr. 2012.

BADAWY, A. A. et al. Heterogeneity of serum tryptophan concentration and availability to the brain in patients with the chronic fatigue syndrome. **J Psychopharmacol**, v. 19, p. 385-391, 2005.

BATENI, H. Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the Wii Fit gaming system: A preliminary study. **Physiotherapy**, v. 98, n. 3, p. 211–216, 2012.

BATTAGLINI, C. et al. Efeitos do treinamento de resistência na força muscular e níveis de fadiga em pacientes com câncer de mama. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 3, p. 153–158, 2006.

BEIJER, S. et al. Determinants of overall quality of life in preterminal cancer patients. **Int J Cancer**, v. 123, p. 232-235, 2008.

BERGER, A. M. Patterns of fatigue and activity and rest during adjuvant breast cancer chemotherapy. **Oncol Nurs Forum**, v. 25, n. 1, p.51-62, 1998.

BERGER, A. Treating Fatigue in Cancer Patients. **Oncologist**, v. 8, n. 1, p. 10–14, 2003.

BIANCHI, T. C. V. et al. Relação entre o pé cavo e a posteriorização do centro de força em crianças de 7-14 anos, avaliadas por meio da baropodometria. **Rubs**, v. 3, n. 4, p. 23-24, 2005.

BIFULCO, V. A.; FERNANDES JUNIOR, H. J.; BARBOZA, A. B. **Câncer**: uma visão multiprofissional. São Paulo: Manole, 2010.

BOTTER, A. et al. Myoelectric fatigue profiles of three knee extensor muscles. **Int J Sports Med**, v. 30, n. 6, p. 408–17, 2009.

BOYAS, S.; GUEVEL, A. Neuromuscular fatigue in healthy muscle: underlying factors and adaptation mechanisms. **Ann Phys Rehabil Med**, v. 54, n. 2, p. 88-108, 2011.

BOWER, J. E. et al. Fatigue and proinflammatory cytokine activity in breast cancer

survivors. **Psychosom Med**, v. 64, p. 604-611, 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **TNM: classificação de tumores malignos**. 6. ed. INCA. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Secretaria de Atenção à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Câncer de Mama**. INCA/Pro-Onco, Rio de Janeiro, 2003.

BRIOSCHI, M. L. et al. Documentação da síndrome dolorosa miofascial por imagem infravermelha. **Acta Fisiatr**, v. 14, n. 1, p. 41-48, 2007.

BROWN, L. E. et al. Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP) I: Avaliação precisa da potência e da força muscular. **Rev Bras Ciênc Mov**, v. 11, n. 4, p. 95- 110, 2003.

BROWN, J. C. Efficacy of exercise interventions in modulating cancer-related fatigue among adult cancer survivors: a meta-analysis. **Cancer Epidemiol Biomarkers Prev**, v. 20, p. 123-133, 2011.

BRUHN, S.; KULLMANN, N.; GOLLHOFER, A. The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. **Int J Sports Med**, v. 25, p. 56–60, 2004.

CABEZA-RUIZ, R. et al. Time and frequency analysis of the static balance in young adults with Down syndrome. **Gait Posture**, v. 33, p. 23–28, 2011

CADORE, E. L. et al. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: Effects of intrasession exercise sequence. **Age**, v. 35, n. 3, p. 891–903, 2013.

CAMARGO, M. R. et al. Balance and ankle muscle strength predict spatiotemporal gait parameters in individuals with diabetic peripheral neuropathy. **Diabetes Metab Syndrome**, v. 9, n. 2, p. 79–84, 2015.

CAROLAN, B.; CAFARELLI, E. Adaptations in coactivation after isometric resistance training. **J Appl Physiol**, v. 73, p. 911-917, 1992.

CASTELL, L. M. et al. The role of tryptophan in fatigue in different conditions of stress. **Adv Exp Med Biol**, v. 467, p. 697-704, 1999.

CELLA, D. et al. Cancer-related fatigue: Prevalence of proposed diagnostic criteria in a United States sample of cancer survivors. **J Clin Oncol**, v. 19, p. 3385–91, 2001.

CELLA, D. et al. Fatigue in cancer patients compared with fatigue in the general United States population. **Cancer**, v. 94, n. 2, p. 528–538, 2002.

CHEUNG, W. Y. et al. Age and gender differences in symptom intensity and symptom clusters among patients with metastatic cancer. **Support Care Cancer**, v. 19, p. 417-423, 2011.

CHUDECKA, M.; LUBKOWSKA, A. Thermal maps of young women and men. **Infrared Phys Techn**, v. 69, p. 81–87, 2015.

CIFREK, M. et al. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. **Clin Biomech**, v. 24, p. 327-340, 2009.

COURNEYA, K. S. Exercises in cancer survivors: An overview of research. **Med Sci Sport Exer**, v. 35, n. 11, p. 1846- 1852, 2003.

CRAMP F, BYRON J. Exercise for the management of cancer-related fatigue in adults. **Cochrane Datab Sys Rev**. v. 11, CD006145, 2012.

CURT, G. A. et al. The impact of cancer-related fatigue on the lives of patients: new findings from the fatigue coalition. **Oncologist**, v. 5, p. 353-360, 2000.

DANAEI, G. et al. Comparative Risk Assessment collaborating group (Cancers) Causes of cancer in the world: comparative risk assessment of nine behavioural and environmental risk factors. **Lancet**., v. 366, n. 9499, p. 1784- 1793, 2005.

DE RAAF, P. J. et al. Differences in Fatigue Experiences Among Patients With Advanced Cancer, Cancer Survivors, and the General Population. **J Pain Symptom Manag**, v. 44, n. 6, p. 823–830, 2012.

DEECKE L. Planning, preparation, execution, and imagery of volitional action. **Brain Res Cogn Brain Res**, v. 3, p. 59-64, 1996.

DEL BUONO, R.; WRIGHT, N. A. The growth of human tumours. In: Peckham, M., Pinedo, M. H., Veronesi, U. **Oxford textbook of oncology**. Oxford: Oxford University Press, p. 3-12, 1995.

DEUTSCH, J. E. et al. Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. **Phys Ther**, v. 88, p., 1196-1207, 2008.

DI GIULIO, I.; MAGANARIS, C. N.; BALTZOPOULOS, V.; LORAM, I. D. The proprioceptive and agonist roles of gastrocnemius, soleus and tibialis anterior muscles in maintaining human upright posture. **J Physiol.**, v. 587, p. 2399-2416, 2009.

DIETRICH, S. H. C. **Eficácia de um programa de atividade física nos níveis de fadiga em pacientes em tratamento de câncer de mama**. 2007. s.n. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde)- Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Campo Grande, 2007.

DIMEO, F. et al. Effects of an endurance and resistance exercise program on persistent cancer-related fatigue after treatment. **Ann Oncol**, v. 19, n. 8, p. 1495–1499, 2008.

DONOVAN, K. A. et al. Course of Fatigue in Women Receiving Chemotherapy and/or Radiotherapy for Early Stage Breast Cancer. **J Pain Symptom Manage.**, v. 28, n. 4, p. 373-380, 2004.

ELTER, T. et al. Is physical exercise possible in patients with critical cytopenia undergoing intensive chemotherapy for acute leukaemia or aggressive lymphoma? **Int J Hematol.**, v. 90, n. 2, p. 199-204, 2009.

FALLER, H. et al. Effects of psycho-oncologic interventions on emotional distress and quality of life in adult patients with cancer: systematic review and meta-analysis. **J Clin Oncol**, v. 31, p. 782–793, 2013.

FALLER, L. et al. Avaliação da fadiga muscular pela mecanomiografia durante a aplicação de um protocolo de EENM. **Rev Bras Fisioter**, v. 13, n. 5, p. 422–429, 2009.

FARINA, D. Interpretation of the surface electromyogram in dynamic contractions. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 34, n. 3, p. 121-127, 2006.

FERLAY, J. et al. Cancer incidence and mortality worldwide. IARC Cancer Base, Lyon, France, 26 set. 2012. Disponível: <<http://www.globocan.iarc.fr>>. Acesso em 12 mar. 2015.

FERNÁNDEZ-CUEVAS, I. et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. **Infrared Phys Techn**, v. 71, p. 28–55, 2015.

FERNSTROM, J. D.; FERNSTROM, M. H. Exercise, serum free tryptophan, and central fatigue. **J Nutr**, v. 136, p. 553-559, 2006.

FORMENTI, D. et al. Thermal imaging of exercise-associated skin temperature changes in trained and untrained female subjects. **Ann Biomed Eng**, v. 41, n. 4, p. 863–871, 2013.

FRANCIS, S. V. et al. Breast cancer detection in rotational thermography images using texture features. **Infrared Phys Techn**, v. 67, p. 490–496, 2014.

FUKUDA, K. et al. The chronic fatigue syndrome: a comprehensive approach to its definition and study. International Chronic Fatigue Syndrome Study Group. **Ann Intern Med**, v. 121, p. 953-959, 1994.

GALLINA, A.; MERLETTI, R.; VIEIRA, T. M. M. Are the myoelectric manifestations of fatigue distributed regionally in the human medial gastrocnemius muscle? **J Electromyogr Kines**, v. 21, n. 6, p. 929–938, 2011.

GALVÃO, D. A. et al. Combined resistance and aerobic exercise program reverses muscle loss in men undergoing androgen suppression therapy for prostate cancer without bone metastases: A randomized controlled trial. **J Clin Oncol**, v. 28, n. 2, p. 340–347, 2010.

GAMAGAMI, P. **Atlas of Mammography: New Early Signs in Breast Cancer**, Blackwell Science, United Kingdom, 1986.

GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiol Rev**, v. 81, p. 1725-1789, 2001.

GELLI, F. et al. Factors influencing the relation between corticospinal output and muscle force during voluntary contractions. **Eur J Neurosci**, v. 25, n. 11, p. 3469-3475, 2007.

GLAUS, A.; CROW, R.; HAMMOND, S. A qualitative study to explore the concept of fatigue/tiredness in cancer patients and in healthy individuals. **Support Care Cancer**, v. 4, p. 82-96, 1996.

GONZÁLEZ-IZAL, M. et al. EMG spectral indices and muscle power fatigue during dynamic contractions. **J Electromyogr Kines**, v. 20, n. 2, p. 233-240, 2010.

GONZÁLEZ-IZAL, M. et al. Electromyographic models to assess muscle fatigue. **J Electromyogr Kines**, v. 22, n. 4, p. 501-512, 2012.

GRIBBLE, P. A.; HERTEL, J. Effects of lower-extremity muscle fatigue on postural control. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 85, p. 589-592, 2004.

GUERRA, M. R.; GALLO, C. V.; MENDONÇA, G. A. S. Risco de câncer no Brasil: tendências e estudos epidemiológicos mais recentes. **Rev Bras**, v. 51, n. 3, p. 227-234, 2005.

HAGELIN, C. L. ; WENGSTROM, Y.; FURST, C. J. Patterns of fatigue related to advanced disease and radiotherapy in patients with cancer: a comparative cross-sectional study of fatigue intensity and characteristics. **Support Care Cancer**, v. 17, p. 519-526, 2009.

HÄKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **Eur J Appl Physiol**, v. 89, n. 1, p. 42-52, 2003.

HASSANLOUEI, H. et al. The effect of six weeks endurance training on dynamic muscular control of the knee following fatiguing exercise. **J Electromyogr Kines**, v. 24, p. 682-688, 2014.

HERMENS, H. J., et al. European Recommendations for Surface Electromyography – **SENIAM**, n. 8, 1999.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendation for SEMG sensors and sensors placement procedures. **J Electromyograph Kines**, v. 10, p. 361-374, 2000.

HERSHMAN, D.L. et al. Prevention and Management of Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy in Survivors of Adult Cancers: American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline. **J Clin Oncol**, v. 32, p. 1941- 1967, 2014

HERRY, C. L.; FRIZE, M. Quantitative assessment of pain-related thermal dysfunction through clinical digital infrared thermal imaging. **BioMed Eng Online**, v. 3, n. 19, p. 1-14, 2004

HILDEBRANDT, C., RASCHNER, C., AMMER, K. An Overview of Recent Application of Medical Infrared. **Sensors (Basel)**, v. 10, p. 4700- 4715, 2010.

HILE, E. S., FITZGERALD, G. K., STUDENSKI, S. A. Persistent mobility disability after neurotoxic chemotherapy. **Phys Ther**, v. 90, p. 1649–57, 2010.

HOLLMAN, J. H. et al. Does the fast Fourier transformation window length affect the slope of an electromyogram's median frequency plot during a fatiguing isometric contraction? **Gait Posture**, v. 38, n. 1, p. 161–4, 2013.

HOLMES, H. et al. Xbox Kinect™ represents high intensity exercise for adults with cystic fibrosis. **J Cyst Fibros**, v. 12, n. 6, p. 604–608, 2013.

HOLLOSZY, J.; COYLE, E. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **J Appl Physiol**, v. 56, p. 831–838, 1984.

HORTOBAGYI, T. et al. Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle coactivation. **Gait Posture**, v. 29; p. 558-564, 2009.

HUNT-SHANKS, T. T. et al. Exercise use as complementary therapy among breast and prostate cancer survivors receiving active treatment: examination of exercise intention. **Integrative Cancer Therapies**, v. 5, n. 2, p. 109-116, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA- INCA. **Estimativa 2014**: Incidência de Câncer no Brasil. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva, Coordenação de Prevenção e Vigilância. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA - INCA. **Cuidados paliativos oncológicos**: controle de sintomas. Rio de Janeiro, RJ, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER- INCA. **Ações de enfermagem para o controle do câncer**: uma proposta de integração ensino-serviço. 3. ed. INCA . Rio de Janeiro, 2008.

IRWIN, M.L. et al. Physical activity levels among breast cancer survivors. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, p. 1484-1491, 2004.

ISAKSSON, B. et al. Obstructive jaundice results in increased liver expression of uncoupling protein 2 and intact skeletal muscle glucose metabolism in the rat. **Scand J Gastroenterol**, v. 37, p. 104–111, 2002.

ISHIKAWA, N. M. **Validação do Fact-F no Brasil e avaliação da fadiga e qualidade de vida em mulheres com câncer de mama**. 2009. s.n. Tese (Doutorado em Tocoginecologia)- Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

IZQUIERDO, M. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36; p. 435–443, 2004.

JACOBSEN, P. B. et al. Fatigue in women receiving adjuvant chemotherapy for breast cancer: characteristic, course, and correlates. **J Pain Symptom Manage**, v. 18, p. 233-242, 1999.

JAMMAL, M. P.; MACHADO, A. R. M.; RODRIGUES, L. R. Fisioterapia na reabilitação de mulheres operadas por câncer de mama. **O Mundo da Saúde**, v. 32, n. 4, p. 506–510, 2008.

JOHNSON, M. A. et al. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. **J Neurol Sci**, v. 18, n. 1, p. 111-129, 1973.

JONES, B. F. A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine. **IEEE T Med Imaging**, v. 17, n. 6, p. 1019–1027, 1998.

JURADO, J. M. et al. 'Out of blue' Lhermitte's sign: three cases due to low cumulative doses of oxaliplatin. **Ann Oncol**, v. 19, p. 2093–2094. 2008.

KAMEN, G.; CALDWELL, G. E. Physiology and Interpretation of the Electromyogram. **J Clin Neurophysiol**, v. 13, n. 5, p. 366-384, 1996.

KELLY, J. J.; KARCHER D. S. Lymphoma and peripheral neuropathy: a clinical review. **Muscle Nerve**, v.31, p. 301–313, 2005.

KHO, M. E. et al. Feasibility and observed safety of interactive video games for physical rehabilitation in the intensive care unit: a case series. **J Crit Care**, v. 27, p. 219.e1–219.e6, 2012.

KISIEL-SAJEWICZ, K. et al. Lack of muscle contractile property changes at the time of perceived physical exhaustion suggests central mechanisms contributing to early motor task failure in patients with cancer-related fatigue. **J Pain Symptom Manag**, v. 44, n. 3, p. 351-61, 2012.

KISIEL-SAJEWICZ, K. et al. Myoelectrical manifestation of fatigue less prominent in patients with cancer related fatigue. **PLoS ONE**, v. 8, n. 12, p. 1-10, 2013.

KNEIS, S. et al. Balance impairments and neuromuscular changes in breast cancer patients with chemotherapy-induced peripheral neuropathy. **Clin Neurophysiol**, v. xx, p. 1-10, 2015.

KUPA, E. J. et al. Effects of muscle fiber type and size on EMG median frequency and conduction velocity. **J Appl Physiol**, v. 79, n. 1, p. 23-32, 1995.

KUYS, S. S. et al. Gaming console exercise and cycle or treadmill exercise provide similar cardiovascular demand in adults with cystic fibrosis: a randomised cross-over trial. **J Physiother**, v. 57, n. 1, p. 35–40, 2011.

LACOUR, M.; BERNARD-DEMANZE, L.; DUMITRESCU, M. Posture control, aging, and attention resources: Models and posture-analysis methods. **Neurophysiol Clin**, v. 38, p. 411- 421, 2008.

LAHIRI, B. B. et al. Medical applications of infrared thermography: A review. **Infrared Phys Techn**, v. 55, n. 4, p. 221–235, 2012.

LAMINO, D. D. A.; MOTA, D. D. C. D. F.; PIMENTA, C. A. D. M. Prevalência e comorbidade de dor e fadiga em mulheres com câncer de mama. **Rev Esc Enferm USP**, v. 45, n. 2, p. 508–514, 2011.

McBRIDE, C. M. et al. Psychological impact of diagnosis and risk reduction among cancer survivors. **Psycho-Oncology**, v. 9, n. 5, p. 418-427, 2000.

MARINS, J. C. B. et al. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. **Rev Andal Med Deporte**, v. 7, n. 1, p. 1–6, 2014.

MARTINS, M. S. E. **Eficiência da estabilometria e baropodometria estática na avaliação do equilíbrio em pacientes vestibulopatas**. 2010. s.n. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

MEDVED, V.; CIFREK, M. Kinesiological Electromyography. In: MEDVED, V.; CIFREK, M. **Biomechanics Applications** [S.l.]. 2011, cap. 15, p. 349–366, 2011.

MENEZES, L. T. et al. Baropodometric technology used to analyze types of weight-bearing during hemiparetic upright position. **Fisioter Mov**, v. 25, n. 3, p. 583-594, 2012.

MENESES-ECHÁVEZ, J. F.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E.; RAMÍREZ-VÉLEZ, R. Supervised exercise reduces cancer-related fatigue: a systematic review. **J Physiother**, v. 61, n. 1, p. 3–9, 2015.

MERLETTI R, LO CONTE LR. Surface EMG Signal processing during isometric contractions. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 7, p. 241-250, 1997.

MITCHELL, S. A. Cancer-related fatigue: state of the science. **Phys Med & Rehabil**, v. 2, p.364-383, 2010.

MIYACHI, M. et al. METs in adults while playing active video games: a metabolic chamber study. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, p. 1149-1153, 2010.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. **Rev Port Cien Desp**, v. 3, p. 77–83, 2003.

MONGA, U. et al. Neuromuscular fatigue in prostate cancer patients undergoing radiation therapy. **Arch Phys Med Rehab**, v. 78, p. 961–966, 1997.

MONGA, U. et al. Exercise Prevents Fatigue and Improves Quality of Life in Prostate Cancer Patients Undergoing Radiotherapy. **Arch Phys Med Rehab**, v. 88, n. 11, p. 1416–1422, 2007.

MORROW, G. R. Management of cancer-related fatigue. **Cancer Invest**, v. 23, p. 229-239, 2005.

NAPACAN - **Núcleo de apoio ao paciente com câncer. Manual do paciente com câncer**. 8. ed. São Paulo: Novartis; 2007.

NG, E. Y. K. A review of thermography as promising non-invasive detection modality for breast tumor. **Int J Therm Sci**, v. 48, p. 849-859, 2009.

OKADA, M. An electromyographic estimation of the relative muscular load in different human postures, **J Hum Ergol**, v. 1, p. 75-93, 1973.

OWEN, N. et al. Too much sitting: the population-health science of sedentary behavior. **Exercise Sport Sci Rev**, v. 38, n. 3, p. 105-113, 2010.

PARRY, I. et al. Keeping up with video game technology: Objective analysis of Xbox Kinect™ and PlayStation 3 Move™ for use in burn rehabilitation. **Burns**, v. 40, n. 5, p. 852–859, 2014.

PEREIRA, G. R.; OLIVEIRA, L. F.; NADAL, J. Isometric fatigue patterns in time and time-frequency domains of triceps surae muscle in different knee positions. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 21, n. 4, p. 572–578, 2011.

PETROFSKY, J. S. et al. The effect of aging on conductive heat exchange in the skin at two environmental temperatures, **Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res**, v. 12, p. 400-408, 2006.

PILLEN, S.; VAN ALFEN, N. Skeletal muscle ultrasound. **Neurol Res**, v. 33, p. 1016-1024, 2011.

PIPER, B. F. et al. The revised Piper fatigue scale: psychometric evaluation in women with breast cancer. **Oncol Nurs Forum**, v. 25, p. 677-684, 1998.

PRIEGO QUESADA, J. I. et al. Effect of perspiration on skin temperature measurements by infrared thermography and contact thermometry during aerobic cycling. **Infrared Phys Techn**, v. 72, p. 68–76, 2015.

PRIMACK, B. A. et al. Role of video games in improving health-related outcomes: A systematic review. **Am J Prev Med**, v. 42, n. 6, p. 630–638, 2012.

PRINSEN, H. et al. The Role of Central and Peripheral Muscle Fatigue in Postcancer Fatigue: A Randomized Controlled Trial. **J Pain Symptom Manag**, v. 49, p. 173–182, 2015.

RAINOLDI, A.; GAZZONI, M.; MELCHIORRI, G. Differences in myoelectric manifestations of fatigue in sprinters and long distance runners, **Physiol Meas**, v. 29, p. 331–340, 2008.

RHODES, R. E.; WARBURTON, D. E.; BREDIN, S. S. Predicting the effect of interactive video bikes on exercise adherence: an efficacy trial. **Psychol Health Med**, v. 16, n. 6, p. 631-640, 2009.

ROBBINS, S. L.; COTRAN, S. R. **Fundamentos de Patologia**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2010.

ROSÁRIO, J. L. P. A review of the utilization of baropodometry in postural assessment. **J Bodyw Mov Ther**, v. 18, n. 2, p. 215–219, 2014.

RYAN, J. L. et al. Mechanisms of cancer-related fatigue. **Oncologist**, v. 12 Suppl 1, p. 22–34, 2007.

SALEM, Y. et al. Effectiveness of a low-cost virtual reality system for children with developmental delay: a preliminary randomised single-blind controlled trial. **Physiotherapy**, v. 98, p. 189-195, 2012.

SALMONM, S. E.; SARTORELLI, A. C. Quimioterapia do Câncer. In: KATZUNG, B.G. **Farmacologia básica & clínica**. 6.ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1998. cap 56, p. 629-655.

SANCHEZ, I.; DYNLACHT, B.D. New insights into cyclins, CDKs, and cell cycle control. **Semin Cell Dev Biol**, v. 16, n. 3, p. 311–321, 2005.

SCHWARTZ, A. L. et al. Breast Cancer Receiving Chemotherapy. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 5, p. 718–723, 2001.

SCHILLINGS, M. L. et al. Central adaptations during repetitive contractions assessed by changes in the readiness potential. **Eur J Appl Physiol**, v. 97, p. 521-526, 2006.

SCHNEIDER, S. M. I look funny and I feel bad: Measurement of symptom distress. **J Child Fam Nurs**, v. 2, p. 380-384, 1999.

SCHNEIDER, S. M. et al. Virtual reality as a distraction intervention for women receiving chemotherapy. **Oncol Nurs Forum**, v. 31, p. 81-88, 2004.

SCHNEIDER, S. M.; HOOD, L. E. Virtual reality: a distraction intervention for chemotherapy. **Oncol Nurs Forum**, v. 34, n. 1, p. 39-46, 2007.

SCHMITZ, K. H. et al. American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 7, p. 1409-1426, 2010.

SCHUBERT, M. et al. Balance training and ballistic strength training are associated with task-specific corticospinal adaptations. **Eur J Neurosci**, v. 27, p. 2007-2018, 2008.

SEIXAS, R. J.; KESSLER, A.; FRISON, V. B. Atividade física e qualidade de vida em pacientes oncológicos durante o período de tratamento quimioterápico. **Rev Bras Cancerol**, v. 56, n. 3, p. 321-330, 2010.

SHIBASAKI, H; HALLETT M. What is the Bereitschaftspotential? **Clin Neurophysiol**, v.117, p. 2341-2356, 2006.

SIEGEL, K.; LEKAS, H. M.; MAHESHWARI, D. Causal attributions for fatigue by older adults with advanced cancer. **J Pain Symptom Manag**, v. 44, n. 1, p. 52-63, 2012.

SIOKA, C.; KYRITSIS, A.P. Central and peripheral nervous system toxicity of common chemotherapeutic agents. **Cancer Chemother Pharmacol**, v. 63, p. 761-67, 2009.

SLOBOUNOV, S.; HALLETT, M.; NEWELL, K. M. Perceived effort in force production as reflected in motor-related cortical potentials. **Clin Neurophysiol**, v. 115, p. 2391-2402, 2004.

SPITALIER, H.; GIRAUD, D. Does infrared thermography truly have a role in present-day breast cancer management? **Prog Clin Biol Clin Biol Res**, v. 107, p. 269-278, 1982.

STEKETEE, J. Spectral emissivity of the skin and pericardium. **Phys Med Biol**, v. 18, p. 686–694, 1973.

STUTZIG, N.; SIEBERT, T. Muscle force compensation among synergistic muscles after fatigue of a single muscle. **Hum Movement Sci**, v. 42, p. 273–87, 2015.

SUNNERHAGEN, K. et al. Electrophysiologic evaluation of muscle fatigue development and recovery in late polio. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 81, p. 770-776, 2000.

TAUBE, W. et al.. Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. **Acta Physiol Oxf Engl**, v. 189, p. 347-358, 2007.

TAUBE, W., GRUBER, M., GOLLHOFER, A., Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. **Acta Physiol Oxf Engl**, v. 193, p. 101–116, 2008.

TEPPER, M.; GANNOT, I. Monitoring tumor state from thermal images in animal and human models. **Medical Physics**, v. 42, n. 3, p. 1297–1306, 2015.

THOMPSON, W. R., GORDON, N. F., PESCATELLO, L. S. **Diretrizes para Teste de Esforço e Prescrição ACSM**. Filadélfia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins, 2010.

TOFTHAGEN C.; OVERCASH J.; KIP K. Falls in persons with chemotherapy-induced peripheral neuropathy. **Support Care Cancer**, v. 20, p. 583–589, 2012.

TISDALE, M. J. Wasting in cancer. **J Nutr**, v. 129, p. 243-246, 1999.

TISDALE, M. J. Biology of cachexia. **J Natl Cancer Inst**, v. 89, p. 1763–1773, 1997.

TISDALE, M. J. Molecular pathways leading to cancer cachexia. **Physiology (Bethesda)**, v. 20, p. 340-438, 2005.

VAN OOIJEN, A. M. J et al. Individual differences in body temperature and the relation to energy expenditure: the influence of mild cold, **J Therm Biol**, v. 26, p. 455-459, 2001.

VAN SCHIE, C. H. M. Neuropathy: mobility and quality of life. **Diabetes Metab Res Rev**, v. 24, p. 45-51, 2008.

VAUPEL, P., KALLINOWSKI, F., OKUNIEFF, P. "Blood flow, oxygen and nutrient supply, and metabolic microenvironment of human tumors: A review. **Cancer Res**, v. 49, p. 6449–6465, 1989.

VERNADAKIS, N et al. The impact of Nintendo Wii to physical education students' balance compared to the traditional approaches. **Computers & Education**, v. 59, n. 2, p. 196-205, 2012.

VERNADAKIS, N. et al. The effect of Xbox Kinect intervention on balance ability for previously injured young competitive male athletes: A preliminary study. **Phys Ther Sport**, v. 15, p. 148-155, 2014.

VERSTAPPEN, C. C. et al. Dose-related vincristine-induced peripheral neuropathy with unexpected off- therapy worsening. **Neurology**, v. 64, p. 1076- 1077, 2005.

VISOVSKY, C. Muscle strength, body composition, and physical activity in women receiving chemotherapy for breast cancer. **Integr Cancer Ther**, v. 5, p. 183-91, 2006.

VITOR-COSTA, M. et al. A Estimulação transcraniana por corrente contínua como recurso ergogênico: uma nova perspectiva no meio esportivo. **Reveducfis**, v. 23, n. 2, p. 167–174, 2012.

VOLLESTAD, N. K. Measurement of human muscle fatigue **J Neurosci Methods**, v. 74, p. 219-227, 1997.

WARBURTON, D. E. et al. Metabolic requirements of interactive video game cycling. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, p. 920-926, 2009.

WAMPLER, M. A. et al. Quantitative and clinical description of postural instability in women with breast cancer treated with taxane chemotherapy. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 88, p. 1002- 1008, 2007.

WATSON, T., MOCK, V. Exercise as an intervention for cancer-related fatigue. **Phys Ther**, v. 84, p. 736-743, 2004.

WEBSTER, K.; CELLA, D.; YOST, K. The Functional Assessment of Chronic Illness Therapy (FACIT) Measurement System: properties, applications, and interpretation. **Health and Quality of Life Outcomes**, v. 79, n. 1, p. 1- 7 2003.

WEIDERPASS, E. Lifestyle and cancer risk. **J Prev Med Public Health**, v. 43, n. 6, p. 459-471, 2010.

WEISS, P. L. et al. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. **J Neuroeng Rehabil**, v. 1, p. 12, 2004.

WERNER, J. System properties, feedback control and effector coordination of human temperature regulation. **Eur J Appl Physiol**, v. 109, p. 13-25, 2010.

WINDEBANK, A. J.; GRISOLD, W. Chemotherapy-induced neuropathy. **J Peripher Nerv Syst**, v. 13, p. 27-46, 2008.

WINNINGHAM, M. L.; MACVICAR, M. G.; BURKE, C. A. Exercise for cancer patients. Guidelines and precautions. **Phys Sport Med.**, v. 14, p. 125-34, 1986.

WINTER, D. A. **ABC of balance during standing and walking**. Waterloo:Graphic Services, 1995.

WINTERS-STONE, K. M. et al. Bone health falls: fracture risk in breast cancer survivors with chemotherapy-induced amenorrhea. **Oncol Nurs Forum**, v. 36, p. 315–25, 2009.

WINTERS-STONE, K. M. et al. Identifying factors associated with falls in postmenopausal breast cancer survivors: a multi-disciplinary approach. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 92, p. 646-652, 2011.

YAGGIE, J. A.; CAMPBELL, B. M. Effects of balance training on selected skills. **J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc**, v. 20, p. 422–428, 2006.

YATES, P. et al. Differences in Composition of Symptom Clusters Between Older and Younger Oncology Patients. **J Pain Sympt Manage**, v. 49, n. 6, p. 1025–34, jun. 2015.

YELLEN, S. B. et al. Measuring fatigue and other anemia-related symptoms with the Functional Assessment of Cancer Therapy (FACT) measurement system. **J Pain**

Sympt Manage, v. 13, p. 63-74, 1997.

ZECH, A. et al. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. **J Athl Train**, v. 45, p. 392–403, 2010.

ZWARTS, M. J.; BLEIJENBERG, G.; VAN ENGELEN, B. G. M. Clinical neurophysiology of fatigue. **Clin Neurophysiol**, v. 119, p. 2-10, 2008.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: **AVALIAÇÃO DA FADIGA E SUAS REPERCUSSÕES EM PACIENTES ONCOLÓGICOS**

Pesquisadores responsáveis: Ricardo da Silva Alves; Andréia Maria Silva; Daniel Ferreira Moreira Lobato; Denise Hollanda Lunes; Leonardo César Carvalho.

Local da Pesquisa: Universidade Federal de Alfenas- Unifal-MG.

Caro paciente, o motivo desse encontro é para convidá-lo a participar do estudo intitulado: **“AVALIAÇÃO DA FADIGA E SUAS REPERCUSSÕES EM PACIENTES ONCOLÓGICOS”**, podendo aceitar ou recusar a sua participação sem nenhum prejuízo.

As informações estão sendo fornecidas para seu esclarecimento e propondo a você participação voluntária em uma pesquisa desenvolvida na Escola de Enfermagem – Curso de Fisioterapia da UNIFAL-MG.

Caso você aceite em participar da pesquisa iremos informar que:

- Você será avaliado por meio de perguntar correspondente de um questionário sobre fadiga e de qualidade de vida, irá realizar testes de respirações, irá realizar avaliação de alguns músculos do corpo, equilíbrio através do baropodômetro, irá realizar a avaliação de marcha e será feita uma coleta sanguínea no início e ao final do tratamento por um profissional capacitado para avaliação da resposta imune e sua repercussão nos processo de fadiga muscular.

- Será realizado um protocolo de exercício por meio do vídeo game *Xbox- 360 Kinect* com os jogos *Promp it* e *Wall Breaker*, com três jogadas de modo alternado e entre cada jogada o participante permanecerá em repouso por um minuto. Serão realizadas 20 sessões com realidade virtual, e a cada 10 sessões serão realizadas uma nova avaliação. Antes de começar o treino cada participante receberá todas as instruções sobre o manuseio do equipamento.

- Você poderá desligar-se do estudo em qualquer momento, não acarretando em prejuízo no atendimento realizado por esta instituição. Todas as informações colhidas, como a identidade, endereço, telefone, etc. serão mantidos em total sigilo.

- Os dados coletados serão utilizados para o presente estudo e estarão disponíveis a cada participante em particular bem como aos pesquisadores e a entidade envolvida, podendo ser divulgados para fins científicos, preservando o sigilo sobre a identidade do participante.

- Você terá acesso aos profissionais responsáveis pelo estudo em qualquer momento durante o período de estudo.

Certos em poder contar com sua autorização, estamos à sua disposição para esclarecimentos.

Eu, _____ ouvi e compreendi todas as informações do estudo que fui convidado a participar. Eu tive a oportunidade de esclarecer minhas dúvidas, e decidi por vontade própria a participar deste estudo e sei que posso me desligar a qualquer momento.

Dados referentes ao participante

Nome: _____

RG: _____

Endereço: _____

Alfenas, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do voluntário: _____

Assinatura do responsável pela pesquisa: _____

APÊNDICE B - Instrumento de Coleta de Dados

Ficha de avaliação a ser utilizada previamente ao estudo

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Data: ___/___/_____

Nome do paciente: _____

Endereço:

Telefone: _____

Idade: _____

Sexo: () Masc. () Fem.

2. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Profissão: _____

Realizava alguma atividade física antes de iniciar o tratamento:

Frequência semanal da atividade física: _____

Peso: _____ Altura: _____

Tabagismo () Não () Sim

Etilismo () Não () Sim

3 - CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

Tempo de descoberta da doença (meses): _____

Tipo de câncer: _____ Estadio _____

Realiza algum outro tipo de tratamento para o câncer? () Sim () Não

Se sim, qual?

Tempo de tratamento: _____

Já realizou ou realiza algum de tratamento alternativo/complementar?

() Sim () Não Se sim, qual? _____

ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Análise da Fadiga e das Células da resposta imune em pacientes com câncer tratados com exergames. Ensaio Clínico randomizado e controlado.

Pesquisador: Leonardo César Carvalho

Área Temática: Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País;

Versão: 1

CAAE: 38628314.3.0000.5142

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 923.589

Data da Relatoria: 03/12/2014

Apresentação do Projeto:

Ensaio clínico, randomizado e controlado. Os voluntários serão divididos em três grupos: Grupo treinamento (GT) formado por pacientes que estão em tratamento quimioterapêutico e radioterapêutico no Setor de Oncologia da Santa Casa de Alfenas; Grupo controle com câncer (GCC) formado por pacientes que não estão em tratamento, mas já foram tratados no passado e realizam apenas acompanhamento; e Grupo controle saudável (GCS) formado por voluntários que não tiveram câncer. Serão realizadas 20 sessões de exercícios físicos aplicadas numa frequência de três vezes por semana com duração de 50 minutos. A avaliação compreenderá uma análise eletromiográfica, dinamométrica e termográfica dos músculos da perna, avaliação de equilíbrio estático e análise de citocinas sanguíneas.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar os efeitos de um protocolo de exergames sobre a fadiga muscular de pacientes com câncer tratados ou não por quimioterapia e/ou radioterapia.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com os autores, os riscos são inerentes a coleta sanguínea e a quedas ao solo. São descritas, entretanto, estratégias como orientações adequadas ao paciente e uso de dispositivos de auxílio e proteção.

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-000

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3299-1318

Fax: (35)3299-1318

E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS



Continuação do Parecer: 923.589

Os benefícios minimizar os efeitos da fadiga, melhora no equilíbrio postural estático, força muscular, retorno venoso e na resposta imune. Pretende-se com isso contribuir para o desenvolvimento de estratégias de proteção, promoção da saúde e qualidade de vida nesta população, por meio de novos modelos de prática de atividade física

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto bem descrito, de relevância clínica e para a literatura relacionada ao assunto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram apresentados e estão corretos.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto Aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Sim

Considerações Finais a critério do CEP:

O colegiado do CEP acata o parecer do relator.

O presente projeto, seguiu nesta data para análise da CONEP e só tem o seu início autorizado após a aprovação pela mesma.

ALFENAS, 19 de Dezembro de 2014

Assinado por:
Cristiane da Silva Marciano Grasselli
(Coordenador)

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700
Bairro: centro **CEP:** 37.130-000
UF: MG **Município:** ALFENAS
Telefone: (35)3299-1318 **Fax:** (35)3299-1318 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

ANEXO B - QUESTIONÁRIO FACIT-F

4- AVALIAÇÃO DA FADIGA MUSCULAR (QUESTIONÁRIO FACIT-F)

Abaixo encontrará uma lista de afirmações que outras pessoas com a sua doença disseram ser importantes. **Faça um círculo ou marque um número por linha para indicar a sua resposta no que se refere aos últimos 7 dias.**

<u>BEM-ESTAR FÍSICO</u>		Nem um pouco	Um pouco	Mais ou menos	Muito	Muitís- simo
GP 1	Estou sem energia	0	1	2	3	4
GP 2	Fico enjoado/a	0	1	2	3	4
GP 3	Por causa do meu estado físico, tenho dificuldade em atender às necessidades da minha família.....	0	1	2	3	4
GP 4	Tenho dores	0	1	2	3	4
GP 5	Sinto-me incomodado/a pelos efeitos secundários do tratamento	0	1	2	3	4
GP 6	Sinto-me doente.....	0	1	2	3	4
GP 7	Sinto-me forçado/a a passar tempo deitado/a	0	1	2	3	4

<u>BEM-ESTAR SOCIAL/FAMILIAR</u>		Nem um pouco	Um pouco	Mais ou menos	Muito	Muitís- simo
GS 1	Sinto que tenho uma boa relação com os meus amigos.....	0	1	2	3	4
GS 2	Recebo apoio emocional da minha família	0	1	2	3	4
GS 3	Recebo apoio dos meus amigos.....	0	1	2	3	4
GS 4	A minha família aceita a minha doença	0	1	2	3	4
GS 5	Estou satisfeito/a com a maneira como a minha família fala sobre a minha doença	0	1	2	3	4

GS 6	Sinto-me próximo/a do/a meu/minha parceiro/a (ou da pessoa que me dá maior apoio).....	0	1	2	3	4
Q1	<i>Independentemente do seu nível a(c)tual de a(c)tividade sexual, por favor responda à pergunta a seguir. Se preferir não responder, assinale o quadrículo [] e passe para a próxima se(c)ção</i>					
GS 7	Estou satisfeito/a com a minha vida sexual	0	1	2	3	4

Faça um círculo ou marque um número por linha para indicar a sua resposta no que se refere aos últimos 7 dias.

<u>BEM-ESTAR EMOCIONAL</u>		Nem um pouco	Um pouco	Mais ou menos	Muito	Muitíssimo
GE1	Sinto-me triste.....	0	1	2	3	4
GE2	Estou satisfeito/a com a maneira como enfrento a minha doença	0	1	2	3	4
GE3	Estou perdendo a esperança na luta contra a minha doença	0	1	2	3	4
GE4	Sinto-me nervoso/a.....	0	1	2	3	4
GE5	Estou preocupado/a com a idéia de morrer	0	1	2	3	4
GE6	Estou preocupado/a que o meu estado venha a piorar	0	1	2	3	4

<u>BEM-ESTAR FUNCIONAL</u>		Nem um pouco	Um pouco	Mais ou menos	Muito	Muitíssimo
GF 1	Sou capaz de trabalhar (inclusive em casa).....	0	1	2	3	4
GF 2	Sinto-me realizado/a com o meu trabalho (inclusive em casa).....	0	1	2	3	4
GF 3	Sou capaz de sentir prazer em viver	0	1	2	3	4
GF 4	Aceito a minha doença	0	1	2	3	4

GF 5	Durmo bem.....	0	1	2	3	4
GF 6	Gosto das coisas que normalmente faço para me divertir.....	0	1	2	3	4
GF 7	Estou satisfeito/a com a qualidade da minha vida neste momento.....	0	1	2	3	4

Faça um círculo ou marque um número por linha para indicar a sua resposta no que se refere aos últimos 7 dias.

		Nem um pouco	Um pouco	Mais ou menos	Muito	Muitís- simo
	<u>PREOCUPAÇÕES ADICIONAIS</u>					
HI 7	Sinto-me fatigado/a	0	1	2	3	4
HI 12	Sinto fraqueza generalizada	0	1	2	3	4
An 1	Sinto-me sem forças (sem vontade para nada)	0	1	2	3	4
An 2	Sinto-me cansado/a.....	0	1	2	3	4
An 3	Tenho dificuldade em <u>começar</u> as coisas porque estou cansado/a	0	1	2	3	4
An 4	Tenho dificuldade em <u>acabar</u> as coisas porque estou cansado/a	0	1	2	3	4
An 5	Tenho energia.....	0	1	2	3	4
An 7	Sou capaz de fazer as minhas atividades habituais	0	1	2	3	4
An 8	Preciso (de) dormir durante o dia	0	1	2	3	4
An 13	Estou cansado/a demais para comer	0	1	2	3	4
An 14	Preciso de ajuda para fazer as minhas atividades habituais	0	1	2	3	4
An 15	Estou frustrado/a por estar cansado/a demais para fazer as coisas que quero ...	0	1	2	3	4
An 16	Tenho que limitar as minhas atividades sociais por estar cansado/a	0	1	2	3	4