



ARTIGO DE REVISÃO

Fisioterapia na prevenção e tratamento das complicações do membro superior em mulheres com câncer de mama

Physiotherapy in the prevention and treatment of upper limb complications in women with breast cancer

Taynara Louisi Pilger* , Anna Julia Matheus Ortolani , Francisco José Candido dos Reis 

Departamento de Ginecologia e Obstetrícia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

Submetido em 20 de dezembro de 2021, aceito em 28 de maio de 2022, publicado em 28 de junho de 2022

PALAVRAS-CHAVE

Câncer de mama
Fisioterapia
Prevenção
Reabilitação

KEYWORDS

Breast cancer
Physiotherapy
Prevention
Rehabilitation

RESUMO

O câncer de mama é o que mais acomete a população feminina no Brasil e no mundo. Complicações do membro superior são comuns após o tratamento oncológico, inclusive em procedimentos conservadores. Estudos antigos já mostravam a eficácia da fisioterapia na reabilitação dessas complicações, contudo, atualmente a atenção fisioterapêutica deve ser iniciada a partir do diagnóstico da doença. A pré-reabilitação prepara a paciente para receber o tratamento oncológico e promove diminuição do tempo de reabilitação. A reabilitação diminuiu o cordão axilar em 57%, aumentou a amplitude de movimento (ADM) em 45° para flexão e 70° para abdução de ombro, a incidência de linfedema é de 11% e há diminuição de 3.4 pontos em relação a dor na Escala Visual Analógica (EVA). O fisioterapeuta deve atuar no câncer de mama no diagnóstico, prevenção e reabilitação pós-tratamento oncológico, promovendo funcionalidade e qualidade de vida para as pacientes com câncer de mama.

ABSTRACT

Breast cancer is the one that most affects the female population in Brazil and the world. Upper limb complications are common after cancer treatment, including conservative procedures. Old studies have already shown the effectiveness of physiotherapy in the rehabilitation of these complications. However, currently, physiotherapeutic care must be initiated from the diagnosis of the disease. Pre-rehabilitation prepares the patient to receive cancer treatment and promotes a reduction in rehabilitation time. Rehabilitation decreased the axillary cord by 57%, increased the range of motion (ROM) by 45° for flexion and 70° for shoulder abduction, the incidence of lymphedema was 11%, and there was a decrease of 3.4 points concerning pain on the Visual Scale Analog (EVA). The physical therapist should work with breast cancer to diagnose, prevent, and rehabilitate after cancer treatment, promoting functionality and quality of life for patients with breast cancer.

*Autor de correspondência:

Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
End.: Av. Bandeirantes, 3900 - 8º andar - HCRP, Campus Universitário. Ribeirão Preto, SP, Brasil | CEP: 14.049-900
Tel: (16) 3602-2583 - Fax: (16) 3602-2415 E-mail: taynara.pilger@usp.br (Pilger TL)

Este estudo foi realizado na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo - FMRP/USP.

<https://doi.org/10.21876/rcshci.v12i2.1249>

Como citar este artigo: Pilger TL, Ortolani AJM, Reis FJC. Physiotherapy in the prevention and treatment of upper limb complications in women with breast cancer. Rev Cienc Saude. 2022;12(2):3-11. <https://doi.org/10.21876/rcshci.v12i2.1249>
2236-3785/© 2021 Revista Ciências em Saúde. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob uma licença CC BY-NC-SA (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.pt_BR)



INTRODUÇÃO

O câncer de mama é o tipo de câncer que mais comete a população feminina no Brasil e no mundo. São esperados 66.280 casos novos por ano no Brasil entre os anos de 2020 a 2022¹. A estimativa de prevalência global para 2020 foi de 1.835.883 casos, representando 45,5 casos por 100 mil mulheres².

A detecção precoce e o tratamento sistêmico reduziram a mortalidade pelo câncer de mama em 25% no final do século 20 nos Estados Unidos e no Reino Unido³. A terapêutica atual para o câncer de mama envolve o tratamento loco-regional e sistêmico. O tratamento loco-regional é composto pela cirurgia da mama, cirurgia axilar e radioterapia enquanto o tratamento sistêmico inclui a quimioterapia, a terapia hormonal e a terapia alvo.

As diversas modalidades de tratamento para o câncer de mama podem levar a comorbidades no membro superior ipsilateral. Linfedema, dor, distúrbios sensoriais e motores são comuns até mesmo em procedimentos cirúrgicos conservadores⁴. A prevenção e o tratamento destas complicações são essenciais para qualidade de vida dos pacientes sobreviventes. A anamnese e a avaliação fisioterapêutica são fundamentais para um plano de reabilitação. Contudo, a fisioterapia nessa área ainda é negligenciada e necessita maior atenção para a inserção de intervenções fisioterapêuticas na prevenção e reabilitação.

Este artigo tem o objetivo de discutir a atuação fisioterapêutica nos cuidados com as mulheres após o tratamento de câncer de mama, com ênfase para a prevenção e tratamento das complicações geradas no membro superior ipsilateral pelo tratamento oncológico.

TIPOS DE TERAPIAS

A cirurgia na mama, cirurgia axilar e radioterapia são as principais modalidades para o tratamento loco-regional do câncer de mama. Os procedimentos realizados na cirurgia da mama podem ser radicais ou conservadores. A mastectomia é um procedimento radical onde pode ocorrer a remoção da glândula mamária, aréola e até mamilo. Além dessas estruturas, dependendo da extensão tumoral, pode ocorrer também a remoção de porções do músculo peitoral maior. Já nos procedimentos conservadores, a tumorectomia é uma técnica em que é removido localmente o tumor apenas com uma margem de segurança, sendo grande parte das estruturas da mama conservada⁵.

A cirurgia axilar é importante para a avaliação dos linfonodos axilares e pode ser conservadora ou radical. O esvaziamento axilar é uma técnica que remove todos os linfonodos axilares e as demais estruturas linfáticas⁶. Já a biópsia do linfonodo sentinela é considerada um procedimento conservador por utilizar um corante que atua sobre um linfonodo possivelmente acometido pelas células tumorais. Pode haver remoção de alguns linfonodos sendo a maioria preservados⁷. A radioterapia é frequentemente utilizada em complemento à cirurgia mamária conservadora, eventualmente após a mastectomia em mulheres com elevado risco de recorrência local ou para irradiação de cadeias

linfáticas⁸.

O tratamento sistêmico é composto principalmente pela quimioterapia, terapia hormonal, terapia alvo e bifosfonatos. Esta modalidade de tratamento se destaca por prevenir metástase e controlar o avanço tumoral. Particularidades como tipo de tumor, estadiamento tumoral e idade da paciente devem ser consideradas na escolha do melhor tratamento sistêmico. O tratamento sistêmico pode iniciar antes do tratamento loco-regional, chamado de tratamento neoadjuvante, ou após, chamado de adjuvante. A importância desse tipo de tratamento é a redução da mortalidade das pacientes, prevenindo o desenvolvimento de micro metástases⁹.

TIPOS DE COMPLICAÇÕES

O linfedema, dor, distúrbios sensoriais e distúrbios motores são comuns nos tratamentos invasivos até os mais conservadores (Tabela 1). O linfedema é o aumento do volume do braço causado pelo acúmulo anormal de linfa, a dor pode ser aguda ou considerada crônica a partir de 6 meses, as distúrbios sensoriais podem ser diminuição de sensibilidade, sensação de queimação, formigamento e dormência, e nas distúrbios motores, pode haver capsulite adesiva e síndrome do cordão axilar, que também são responsáveis pela diminuição da amplitude de movimento, déficit de força e déficit de preensão palmar no membro superior ipsilateral a mama acometida^{10,11}.

Tabela 1 – Complicações no membro superior ipsilateral associadas ao câncer de mama na mulher.

Complicação	Incidência	Fatores de risco
Linfedema ¹³⁻¹⁶	5-50%	Estadiamento Esvaziamento axilar Quimioterapia Radioterapia Mastectomia Obesidade
Dor ^{18,21}	20-50%	Pacientes jovens Obesidade Esvaziamento axilar Radioterapia Quimioterapia
Distúrbios Sensoriais ^{*,16,17,20}	23-49%	Quimioterapia Radioterapia Esvaziamento axilar
Distúrbios Motoras ^{**24,25,27,28}	10-17%	Mastectomia Radioterapia Esvaziamento axilar

*Dormência, **Diminuição da abdução do ombro.

As intervenções invasivas ocasionam mais complicações pós-operatórias se comparada às conservadoras. Contudo, mesmo que reduzida, existe a presença dessas complicações nos casos menos invasivos^{4,12}. O linfedema é uma comorbidade crônica

que gera o aumento da circunferência do braço ipsilateral ao tratamento do câncer de mama. Pode ser ocasionado pela cirurgia na mama devido a manipulação, remoção de estruturas e lesão de vasos linfáticos. Sua prevalência pode variar de 5% a 50% entre as pacientes¹³⁻¹⁶.

Os principais fatores de risco para o desenvolvimento de linfedema estão relacionados às características do tumor: cerca de 42,9% dos casos são de estadiamento tumoral T2 e 85,7% são carcinoma ductal invasivo. O esvaziamento axilar, quimioterapia, radioterapia e mastectomia também são fatores de risco para o desenvolvimento do linfedema, assim como a obesidade com um índice de massa corporal maior ou igual a 25 Kg/m²^{13,14,16,17}.

A dor é uma complicação comum no braço homolateral à cirurgia e possui grande impacto na qualidade de vida das pacientes, sendo um problema clinicamente significativo em aproximadamente 20% a 50% dos casos e persistente na área cirúrgica pós tratamento cirúrgico do câncer de mama^{18,19}. Pacientes jovens são as que mais relatam dor. A obesidade, considerando um índice de massa corporal > 26 kg/m², é considerada um fator de risco para o surgimento dessa complicação^{18,20}. Para as pacientes que realizaram esvaziamento axilar, a chance de dor crônica é de 1,25 maior comparada a mulheres que não realizaram. Nas pacientes que realizaram quimioterapia, a chance é 1,44 vezes maior em relação às pacientes que foram expostas a radioterapia²¹.

Hipoestesia, sensação de formigamento e queimação também podem acometer as pacientes e a incidência desse tipo de complicação pode variar de 23% a 49%^{12,22-25}. A incisão realizada na cirurgia, tanto na mama quanto na axila, pode promover alterações sensoriais como dormência, sensação de queimação, alteração proprioceptiva e diminuição da sensibilidade. Isso acontece devido a uma possível lesão nervosa parcial ou total. Um exemplo é o nervo intercostobraquial, uma estrutura muito próxima à manipulação cirúrgica. O esvaziamento axilar é um procedimento que pode causar desordens sensoriais e quando comparado à biópsia do linfonodo sentinela, e seus prejuízos são maiores. Após a radioterapia, pacientes possuem diminuição da sensibilidade superficial no membro superior ipsilateral, indicando hipoestesia quando comparado ao local anteriormente a realização do procedimento. A quimioterapia pode desenvolver uma neuropatia periférica devido a sua toxicidade, alterando as percepções sensoriais^{12,22,23,26}.

A incidência de desordens motoras é cerca de 10% a 17% nas mulheres após o tratamento oncológico^{24,25,27,28}. Tais desordens podem incluir diminuição da amplitude de movimento para abdução, adução, flexão, rotação interna e rotação externa da articulação do ombro ipsilateral, déficit de força do braço e da preensão palmar. A mastectomia, radioterapia e esvaziamento axilar são os principais fatores de risco para o surgimento dessas alterações. Na realização da mastectomia e esvaziamento axilar, durante o processo cirúrgico, ambos procedimentos podem remover estruturas como tecido muscular, pele e linfonodos, o que gera alterações motoras^{24,25,27,28}. A remoção de estruturas musculares pode gerar

diminuição da amplitude de movimento do ombro, além da alteração de força. Na cirurgia axilar, a manipulação de linfonodos e sua remoção também são causadoras do déficit de amplitude de movimento da articulação do ombro¹².

O linfedema, dor, desordens sensitivas e motoras ocorrem principalmente quando as pacientes são submetidas a mastectomia e esvaziamento axilar. Apesar de existirem métodos mais conservadores, esses procedimentos ainda são realizados pois a escolha do tratamento oncológico depende individualmente de cada caso. A radioterapia também é um fator de risco que pode estar presente. A alteração celular envolve pele, fáscia, ligamentos, nervos e músculos. Entre as complicações no membro superior causadas pelo tratamento do câncer de mama, o linfedema e a dor são as que mais acometem as mulheres, com até 50% de incidência. As desordens sensitivas também não ficam para trás, com até 49% de incidência. As desordens motoras são as comorbidades que, se comparadas com as mencionadas anteriormente, acometem menos as mulheres, porém, ainda assim são presentes.

ABORDAGEM FISIOTERAPÊUTICA

A anamnese e a avaliação fisioterapêutica são importantes para o diagnóstico cinético-funcional das pacientes submetidas ao tratamento de câncer de mama. Ambas podem ser realizadas logo após diagnóstico. O conhecimento histológico do tumor e o plano de tratamento loco-regional e sistêmico auxiliam na abordagem de pré-reabilitação, ou seja, a atuação fisioterapêutica antes de iniciar o tratamento oncológico.

A pré-reabilitação pode ser definida como “um processo que ocorre a partir do diagnóstico de câncer, atuação antes e durante o início do tratamento oncológico incluindo a avaliação física, que irá fornecer informações direcionando intervenções nos cuidados para melhorar a saúde da paciente e reduzir a incidência e a gravidade das deficiências atuais e futuras”²⁹. A realização da pré-reabilitação promove uma preparação física das estruturas musculares, com alongamento e fortalecimento muscular, além de condicionamento cardiorrespiratório, com exercícios aeróbicos, que preparam a paciente para o tratamento oncológico e que também reduzem o tempo de reabilitação³⁰. A pré-reabilitação na cirurgia tem grande influência no desempenho e na reabilitação pós-operatória. Pacientes que são ativas fisicamente antes da realização da cirurgia têm uma chance de uma melhor recuperação pós-operatória até 85% maior³¹.

A fisioterapia pode ser iniciada no pós-operatório imediato, visando a prevenção de comorbidades ou seu tratamento precoce, e impedindo o surgimento de maiores complicações. Em uma reabilitação precoce com um conjunto de intervenções como drenagem linfática do tórax, exercícios de alongamento e facilitação neuromuscular proprioceptiva (PNF), a incidência de linfedema é de até 7%, comparado a 25% no grupo de pacientes que não realizaram. Após um período de 12 meses, o volume do braço afetado, comparado com o contralateral, em pacientes que

realizaram fisioterapia precoce, é apenas 1,6% maior; já em pacientes que não realizaram, a diferença entre os membros é de 5,1%³².

A orientação fisioterapêutica também é uma intervenção para reabilitação de mulheres com câncer de mama. A educação da paciente em relação às comorbidades que podem surgir, o que pode ou não ser feito, e o conhecimento teórico sobre essas disfunções influenciam diretamente no processo de prevenção e reabilitação. A ocorrência de linfedema para pacientes que não receberam nem orientação ou tratamento fisioterapêutico é de 18,6%. Em pacientes que receberam apenas orientação, a taxa diminuiu para 15%, e, quando se associa o tratamento fisioterapêutico e a orientação, a ocorrência do linfedema é de 7,7%³³.

FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO

A utilização de ferramentas para avaliação de linfedema, dor, distúrbios sensoriais e distúrbios motores fornecem dados quantitativos e qualitativos que também podem ser utilizados para comparar informações sobre a evolução das pacientes (Tabela 2). O linfedema pode ser clinicamente avaliado pelo teste de Godet ou Cacifo (Figura 1)³⁴. Em ambos os testes, coloca-se uma pressão sobre o tecido com o dedo indicador ou polegar. O teste de avaliação classifica essa complicação em 4 graus. O grau I é quando a depressão ocasionada pela pressão desaparece rapidamente; grau II, em torno de até 15 s, grau III, até 1 min e grau IV entre 2 e 5 min. A linfocintilografia é um exame que avalia o funcionamento dos canais linfáticos e das cadeias linfonodais. A perimetria manual por meio do uso de uma fita métrica em centímetros também pode ser utilizada comparando com o membro homolateral após um determinado período. Existe a possibilidade de comparar com o membro contralateral. A volumetria por deslocamento de água, ou também chamada de pletismografia de água, é uma técnica de baixo custo, rápida e não-invasiva, em que é mensurado o volume de água extravasada³⁵.

Tabela 2 – Ferramentas de avaliação para as comorbidades ocasionadas pelo tratamento oncológico.

Complicação	Ferramentas e métodos de avaliação
Linfedema ^{34,35}	Teste de Godet/Cacifo Linfocintilografia Perimetria (cm) Volumetria por deslocamento
Dor ³⁶	Mc Gill Escala Analógica Visual
Distúrbios Sensoriais ³⁷	Algodão (sensibilidade superficial) Estesiometria (monofilamentos de Semmes-Weinstein)
Distúrbios Motoras ^{38,39}	Teste de Oxford Teste de prensão palmar Goniômetro

A dor é uma complicação muito comum nas mulheres submetidas ao tratamento oncológico. A avaliação e a mensuração dessa comorbidade consiste na utilização de questionários. O Mc Gill e a Escala Visual Analógica (EVA) para a dor são ferramentas muito utilizadas e com a validade e confiabilidade com consolidadas há anos³⁶. O Mc Gill é um questionário que analisa diversas dimensões da dor como afetiva, sensitiva e discriminativa e pode ser muito utilizado na avaliação de dor crônica. A EVA é uma escala que permite a mensuração da dor pelo paciente em categorias de 0 a 10, sendo 0 sem nenhuma dor e 10 a pior dor possível.



Figura 1 – Teste de cacifo positivo em linfedema do membro superior em paciente com câncer de mama.

Para distúrbios sensitivos, é necessário atentar-se para o tipo de sensibilidade que será avaliada. No tratamento oncológico para o câncer de mama, a sensibilidade superficial pode ser acometida. Parestesias podem causar muito incômodo nas pacientes, porém a hipoestesia é uma comorbidade que pode prejudicar o reflexo de proteção. A utilização do algodão para avaliação de sensibilidade superficial é uma opção. Outra alternativa é a utilização do estesiômetro, que é um conjunto de monofilamentos de Semmes-Weinstein capaz de avaliar o nível de sensibilidade superficial da pele com monofilamentos separados por gramas. É utilizado para avaliar neuropatias e lesões nervosas no geral, tanto para pacientes oncológicos quanto para Hanseníase³⁷.

Nas distúrbios motores, o principal instrumento de avaliação é o goniômetro. É a ferramenta ideal para avaliar todos os movimentos das articulações. É um instrumento simples, de baixo custo e muito utilizado para avaliar as demais articulações³⁸. A avaliação da força de grupos musculares isolados pode ser realizada manualmente seguindo a Escala de Grau de Força de Oxford, que pode ser utilizada para avaliar a força do

membro superior. Para a avaliação da força de preensão palmar, o dinamômetro pode ser utilizado para coletar dados específicos de força palmar³⁹.

TRATAMENTO

Há anos a fisioterapia tem um impacto importante na qualidade de vida e no bem estar funcional de pacientes com câncer de mama⁴⁰. A reabilitação fisioterapêutica é primordial para as pacientes submetidas ao seu tratamento. Atualmente, tratamentos conservadores são a principal escolha, quando possível, para amenizar as complicações no membro superior ipsilateral ao tratamento oncológico. Contudo, ainda há a ocorrência de complicações⁴.

A orientação e tratamento fisioterapêutico no pós-operatório de câncer de mama melhora significativamente a funcionalidade do membro superior acometido. O cordão axilar é uma comorbidade que pode ocorrer em cerca de 57% das pacientes em decorrência do tratamento cirúrgico do câncer de mama. Quando as pacientes são submetidas a uma reabilitação por volta de 15 semanas, apenas 15% apresentam cordão axilar⁴¹. Atualmente, muitas técnicas e tratamentos tem sido aprimorado e voltado para os cuidados em câncer de mama. Uma revisão sistemática que incluiu ensaios clínicos randomizados mostrou a eficácia do exercício resistido no membro superior, capaz de melhorar a funcionalidade e a massa muscular do membro ipsilateral. Além disso, não houve associação entre exercícios resistidos e o desenvolvimento de linfedema, pelo contrário, exercícios no membro superior fazem parte de tétrede utilizada para tratamento de linfedema^{42,43}.

Opções de técnicas para tratamentos terapêuticos voltadas para o linfedema, dor, desordens sensoriais e desordens motoras têm se desenvolvido ao longo do tempo (Tabela 3). A Terapia Física Complexa é uma tétrede composta pela drenagem linfática, exercícios miolinfocinéticos, compressão do braço e cuidados com a pele. Essas intervenções são consideradas padrão-ouro para o tratamento de linfedema. Atuam no sistema linfático traçando uma nova rota de fluxo de líquido para um melhor retorno da linfa aos capilares linfáticos para maior pressão em relação ao interstício⁴³.

O uso da cinesioterapia para fortalecimento, alongamento muscular e mobilização das articulações do membro superior diminuem os quadros de dor⁴⁴. A liberação miofascial é uma técnica que atua diretamente em pontos dolorosos que podem surgir devido a manipulação cirúrgica, alteração da musculatura e tensão. Essa técnica promove alívio de dor e relaxamento da musculatura, que contribui para uma melhor amplitude de movimento do ombro⁴⁵. As técnicas de terapia manual podem ajudar no alívio da dor através da manipulação das articulações. Também, como consequência, melhoram a amplitude de movimento do ombro para flexão, extensão, abdução, adução, rotação interna e rotação externa⁴⁶.

A dessensibilização e exercícios de estereognosia são específicos para os cuidados nas desordens sensoriais. A dessensibilização auxilia no retorno da

normalidade sensorial, estimulando o tecido a diversas sensações táteis. Em caso de estereognosia, exercícios específicos são propostos para promover a propriocepção e reconhecimento tátil⁴⁷.

Tabela 3 – Técnicas terapêuticas para comorbidades geradas no tratamento oncológico.

Complicação	Técnica terapêutica
Linfedema ⁴³	Drenagem linfática Exercícios miolinfocinéticos Compressão Cuidados com a pele
Dor ^{36,44,46,48}	Cinesioterapia Liberação miofascial Alongamento Terapia manual
Desordens Sensoriais ^{44,47,48}	Cinesioterapia Alongamento Dessensibilização Estereognosia
Desordens Motoras ^{44-46,48}	Cinesioterapia Liberação miofascial Terapia manual Alongamento Facilitação neuromuscular proprioceptiva

Nas desordens motoras, a maioria das técnicas mencionadas anteriormente são efetivas para melhorar a força e amplitude de movimento do membro superior. A cinesioterapia, liberação miofascial, terapia manual e alongamento também podem ser usadas na melhora das desordens motoras⁴⁴⁻⁴⁶. A facilitação neuromuscular proprioceptiva é uma técnica que pode ser usada para auxiliar a neuroplasticidade, funcionalidade do membro superior ipsilateral, força e amplitude de movimento muscular das estruturas acometidas. É um método que atua em nervos, tendões e músculos. Essa prática é a interação do alongamento e fortalecimento muscular e gera um resultado muito efetivo para a funcionalidade do membro⁴⁸.

O exercício físico é fator de proteção para prevenção do câncer de mama. Atividade de moderada a intensa intensidade geram, em um período de 150 minutos por semana, auxílio na prevenção da doença⁴⁹. Além da prevenção após o diagnóstico e tratamento do câncer, o exercício físico influencia na reabilitação das pacientes. Há cerca de 50% de redução da mortalidade de mulheres ativas logo após o diagnóstico de câncer de mama quando comparadas a sedentárias⁵⁰. Em uma simulação realizada no PREDICT, ferramenta que auxilia pacientes e médicos na melhor escolha do tratamento oncológico em estágios iniciais⁵¹, por exemplo, uma paciente com 59 anos, pós menopausa, receptor de estrogênio positivo, tamanho do tumor de 5 mm e 1 linfonodo positivo com presença de micro metástase, é realizada apenas cirurgia, e a chance de sobrevida global é de 87% em 10 anos. O aumento da sobrevida das

pacientes com câncer de mama aumenta a necessidade da atuação fisioterapêutica proporcionando funcionalidade e qualidade de vida. Em pacientes que realizam reabilitação, há diminuição de 3,4 pontos de dor no membro superior ipsilateral segundo a escala EVA. Para as pacientes que não realizaram, a dor diminuiu apenas em 0,5 ponto pela escala EVA. Outros benefícios também são vistos nas desordens motoras, com aumento na ADM em flexão em 45° e abdução de ombro em 70°, e comparada a uma paciente que não realizou tratamento fisioterapêutico, o aumento da ADM para flexão foi de 11° e abdução de ombro foi de 13°⁴¹.

No linfedema, há uma diferença importante entre as pacientes que realizaram ou não a reabilitação. A incidência de linfedema é de 11% em pacientes que recebem os cuidados fisioterapêuticos, comparado com 30% naquelas que não recebem⁵². Uma paciente que realiza tratamento fisioterapêutico tem melhores resultados nas complicações ocasionadas pelo câncer de mama. Os índices de dor, desordens motoras e de linfedema são menores quando comparados aos que não realizaram nenhuma intervenção. Isso influencia diretamente na funcionalidade, bem-estar e qualidade de vida dessas mulheres, prevenindo também complicações futuras que podem decorrer ao longo do tempo em consequência de comorbidades não tratadas.

DISCUSSÃO

O tratamento oncológico é essencial para erradicar a doença instalada e prevenir metástase, aumentando o número de mulheres sobreviventes. Contudo, a qualidade de vida das pacientes pode ser muito prejudicada quando não há um tratamento terapêutico para as comorbidades que podem surgir ao longo e após o cuidado primário. Na cirurgia axilar, tanto no esvaziamento axilar quanto na biópsia do linfonodo sentinela, a remoção de gânglios e a dissecação dos vasos linfáticos são fatores importantes para o desenvolvimento de linfedema¹⁶. A radiação gerada pela radioterapia também é capaz alterar a drenagem da linfa provocando alterações no sistema linfático.

A infusão de quimioterapia no membro homolateral ao tumor também é um fator associado ao desenvolvimento de linfedema, assim como os outros tratamentos medicamentosos como terapia hormonal, terapia-alvo e bisfosfonatos⁵³. O estadiamento é um fator que influencia no desenvolvimento de linfedema. Tumores a partir do estadio T2, com tamanho entre 2 cm e 5 cm e o tipo de tumor, como o carcinoma ductal invasivo, podem levar ao desenvolvimento de linfedema¹⁶.

No tratamento loco-regional, a manipulação de tecidos, tanto na cirurgia da mama quanto da cirurgia axilar podem levar a quadros de dor. O local irradiado pela radioterapia pode provocar lesões cutâneas, queimaduras e cicatrizes que podem causar dor. O tratamento sistêmico pode levar a dor durante o tratamento e cessar assim que finalizado, ou a dor pode persistir após esse período⁵⁴. As pacientes mais jovens são as que mais referem dor após a cirurgia, entretanto, ainda não está claro se a causa é uma alteração no sistema de percepção da dor, na expressão subjetiva do

que é a dor ou com relação ao tipo de atividade física realizada²⁰.

A região onde ocorre a incisão é muito próxima de nervos como o torácico longo e intercostobraquial, podendo haver ressecção, levando assim o surgimento de comorbidades sensoriais²². O efeito da quimioterapia pode ser tóxico para o sistema nervoso central, causando alterações no sistema nervoso periférico²⁶. As alterações no sistema nervoso periférico podem levar a neuropatias periféricas com alteração de propriocepção e diminuição da condução nervosa da periferia para região central. O desenvolvimento de fibrose como na capsulite adesiva ou na síndrome da rede axilar, afetam o movimento do ombro tanto para extensão, flexão, abdução, adução, rotação interna quanto externa²⁸. A sarcopenia pode ser causada tanto pelo tratamento cirúrgico quanto no sistêmico. No tratamento cirúrgico, a imobilidade pós-operatória do membro e a ressecção da musculatura são possíveis causas da perda de força. Já o tratamento sistêmico por causar toxicidade nas células e também é um causador de sarcopenia⁵⁵.

O cuidado preventivo também faz parte do trabalho do fisioterapeuta e não apenas a reabilitação, ou seja, não só na recuperação de comorbidades já instaladas. A prevenção de complicações pode ser iniciada a partir do diagnóstico de câncer de mama, atuando em uma preparação física, muscular e aeróbica antes tratamento oncológico, visando diminuição da presença de comorbidades e uma recuperação mais rápida para as pacientes^{29,30}. A reabilitação pós-operatória imediata, também pode prevenir a instalação e o agravamento de comorbidades, influenciando diretamente na qualidade de vida³². O processo de anamnese e avaliação, são essenciais para a elaboração de um plano de tratamento. O manejo fisioterapêutico muscular, tecidual, articular e nervoso, promove a prevenção e reabilitação das comorbidades. A reabilitação tem um impacto muito significativo na melhora dos quadros de linfedema, dor, desordens sensoriais e motoras. A incidência de linfedema em pacientes que não realizaram nenhum tratamento fisioterapêutico é quase três vezes maior⁵².

As ferramentas utilizadas para avaliação das comorbidades geradas pelo tratamento oncológico, são seguras e confiáveis. Contudo, ainda é necessário investigação com relação a qual delas é a melhor escolha. Ainda não há dados registrados que comprovam maior eficácia entre uma ferramenta e outra para avaliar as mesmas complicações. No processo de mensuração e coleta de dados, pode haver diferença nos resultados. No linfedema, por exemplo, a realização da perimetria em centímetros com o uso da fita métrica requer demarcar o mesmo local que será mensurado no início até o fim do tratamento, utilizar a mesma fita métrica e o mesmo examinador para que não haja viés na coleta dos dados.

No âmbito fisioterapêutico, a atenção ao câncer de mama tem se desenvolvido de maneira promissora. O surgimento de técnicas eficazes de reabilitação para o membro superior, para dor, linfedema, desordens sensoriais e desordens motoras se aprimoram com o passar do tempo. Entretanto, desde a avaliação até os planos de tratamento necessitam de maiores investimentos. A heterogeneidade de ferramentas pode

ser positiva clinicamente devido as opções para avaliação de uma mesma comorbidade. Porém, cientificamente a heterogeneidade se torna um problema na realização de uma meta-análise. Encontrar o melhor método de avaliação para cada tipo de comorbidade e desenvolver novas ferramentas de avaliação é uma grande consequência para uma avaliação de sucesso nas pacientes pós-tratamento de câncer de mama⁵⁶.

O prognóstico fisioterapêutico é muito promissor quando a intervenção no câncer de mama se dá desde o início do diagnóstico e tratamento oncológico. O atendimento multidisciplinar garante cuidados em todas as esferas de uma paciente com câncer de mama. As instituições de saúde têm preconizado e investido na equipe multidisciplinar, com diferentes qualificações, expertises e experiências diante de um mesmo objetivo. Como consequência, temos a personalização no começo até o fim do tratamento, com um conjunto de profissionais capacitados para atuar nos diferentes

âmbitos da saúde.

A multidisciplinaridade desse ser inserida no tratamento oncológico em mulheres com câncer de mama. A presença de comorbidades nessas mulheres ocorre em procedimentos invasivos e conservadores. A fisioterapia contém ferramentas, métodos e técnicas terapêuticas que avaliam e tratam essas comorbidades. Sendo assim, a inserção do fisioterapeuta na atenção à mulher com câncer de mama é crucial. A orientação dos demais profissionais de saúde para as pacientes acerca da reabilitação é necessária.

CONCLUSÃO

A atuação fisioterapêutica no câncer de mama começa desde o diagnóstico da doença. A reabilitação das complicações do membro superior causadas pelo tratamento do câncer de mama é essencial para a funcionalidade e a qualidade devida.

REFERÊNCIAS

- INCA. Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil [Internet]. INCA - Instituto Nacional de Câncer. 2019 [updated 2020 Apr 29; cited 2022 Jun 1]. Available from: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/estimativa-2020-incidencia-de-cancer-no-brasil>
- World Health Organization. Cancer today [Internet]. Data visualization tools for exploring the global cancer burden in 2020 [cited 2022 Jun 1]. Available from: <http://gco.iarc.fr/today/home>
- Peto R, Boreham J, Clarke M, Davies C, Beral V. UK and USA breast cancer deaths down 25% in year 2000 at ages 20-69 years. *Lancet*. 2000;355(9217):1822. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02277-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02277-7)
- Pilger TL, Francisco DF, Candido Dos Reis FJ. Effect of sentinel lymph node biopsy on upper limb function in women with early breast cancer: A systematic review of clinical trials. *Eur J Surg Oncol*. 2021;47(7):1497-506. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2021.01.024>
- Fisher B, Anderson S, Bryant J, Margolese RG, Deutsch M, Fisher ER, et al. Twenty-year follow-up of a randomized trial comparing total mastectomy, lumpectomy, and lumpectomy plus irradiation for the treatment of invasive breast cancer. *N Engl J Med*. 2002;347(16):1233-41. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa022152>
- Le Dran HF, Académie royale de chirurgie (France). Mémoire avec un précis de plusieurs observations sur le cancer [Book]. Paris: [publisher not identified]; 1757.
- Qiu SQ, Zhang GJ, Jansen L, de Vries J, Schröder CP, de Vries EGE, et al. Evolution in sentinel lymph node biopsy in breast cancer. *Crit Rev Oncol Hematol*. 2018;123:83-94. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2017.09.010>
- Castaneda SA, Strasser J. Updates in the treatment of breast cancer with radiotherapy. *Surg Oncol Clin N Am*. 2017;26(3):371-82. <https://doi.org/10.1016/j.soc.2017.01.013>
- Vugts G, Maaskant-Braat AJG, Nieuwenhuijzen GAP, Roumen RMH, Luiten EJT, Voogd AC. Patterns of care in the administration of neo-adjuvant chemotherapy for breast cancer. A population-based study. *Breast J*. 2016;22(3):316-21. <https://doi.org/10.1111/tbj.12568>
- Chrischilles EA, Riley D, Letuchy E, Koehler L, Neuner J, Jernigan C, et al. Upper extremity disability and quality of life after breast cancer treatment in the Greater Plains Collaborative clinical research network. *Breast Cancer Res Treat*. 2019;175(3):675-89. <https://doi.org/10.1007/s10549-019-05184-1>
- Lee TS, Kilbreath SL, Refshauge KM, Herbert RD, Beith JM. Prognosis of the upper limb following surgery and radiation for breast cancer. *Breast Cancer Res Treat*. 2008;110(1):19-37. <https://doi.org/10.1007/s10549-007-9710-9>
- Ashikaga T, Krag DN, Land SR, Julian TB, Anderson SJ, Brown AM, et al. Morbidity results from the NSABP B-32 trial comparing sentinel lymph node dissection versus axillary dissection. *J Surg Oncol*. 2010;102(2):111-8. <https://doi.org/10.1002/jso.21535>
- DiSipio T, Rye S, Newman B, Hayes S. Incidence of unilateral arm lymphoedema after breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Oncol*. 2013;14(6):500-15. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70076-7](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70076-7)
- Shah C, Vicini FA. Breast cancer-related arm lymphedema: incidence rates, diagnostic techniques, optimal management and risk reduction strategies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2011;81(4):907-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2011.05.043>
- Shaitelman SF, Chiang YJ, Griffin KD, DeSnyder SM, Smith BD, Schaverien MV, et al. Radiation therapy targets and the risk of breast cancer-related lymphedema: a systematic review and network meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat*. 2017;162(2):201-15. <https://doi.org/10.1007/s10549-016-4089-0>
- Ugur S, Arıcı C, Yaprak M, Mesci A, Arıcı GA, Dolay K, et al. Risk factors of breast cancer-related lymphedema. *Lymphat Res Biol*. 2013;11(2):72-5. <https://doi.org/10.1089/lrb.2013.0004>
- Soyder A, Taştaban E, Özbaş S, Boylu Ş, Özgün H. Frequency of early-stage lymphedema and risk factors in postoperative patients with breast cancer. *J Breast Health*. 2014;10(2):92-7. <https://doi.org/10.5152/tjbh.2014.1973>
- Langford DJ, Schmidt B, Levine JD, Abrams G, Elboim C, Esserman L, et al. Preoperative breast pain predicts persistent breast pain and disability after breast cancer surgery. *J Pain Symptom Manage*. 2015;49(6):981-94. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2014.11.292>
- Gärtner R, Jensen MB, Nielsen J, Ewertz M, Kroman N, Kehlet H. Prevalence of and factors associated with persistent pain following breast cancer surgery. *JAMA*. 2009;302(18):1985-92. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.1568>
- Andersen KG, Kehlet H. Persistent pain after breast cancer treatment: a critical review of risk factors and strategies for prevention. *J Pain*. 2011;12(7):725-46. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.12.005>
- Leyden L, Beckwée D, Nijs J, Pas R, Bilterys T, Vermeir S, et al. Risk factors of pain in breast cancer survivors: a systematic

- review and meta-analysis. *Support Care Cancer*. 2017;25(12):3607-43. <https://doi.org/10.1007/s00520-017-3824-3>
22. Santos MSMD, Panobianco MS, Mamede MV, Meirelles MCCC, Barros VME. [Tactile sensibility in arm of women subjected to the axillary lymph node dissection for breast cancer]. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2009;31(7):361-6. <https://doi.org/10.1590/S0100-72032009000700007>
 23. Bezerra TS, Rett MT, Mendonça ACR, Santos DE, Prado VM, DeSantana JM. Hipoestesia, dor e incapacidade no membro superior após radioterapia adjuvante no tratamento para câncer de mama. *Rev dor*. dezembro de 2012;13:320-6. <https://doi.org/10.1590/S1806-00132012000400003>
 24. Blomqvist L, Stark B, Engler N, Malm M. Evaluation of arm and shoulder mobility and strength after modified radical mastectomy and radiotherapy. *Acta Oncol*. 2004;43(3):280-3. <https://doi.org/10.1080/02841860410026170>
 25. Pillai US, Kayal S, Cyriac S, Nisha Y, Dharanipragada K, Kamalanathan SK, et al. Late Effects of Breast Cancer Treatment and Outcome after Corrective Interventions. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2019;20(9):2673-9. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2019.20.9.2673>
 26. Bao T, Basal C, Seluzicki C, Li SQ, Seidman AD, Mao JJ. Long-term chemotherapy-induced peripheral neuropathy among breast cancer survivors: prevalence, risk factors, and fall risk. *Breast Cancer Res Treat*. 2016;159(2):327-33. <https://doi.org/10.1007/s10549-016-3939-0>
 27. Fougó JL, Dinis-Ribeiro M, Araújo C, Dias T, Reis P, Giesteira L, et al. Impacto de la linfadenectomía sobre la recurrencia axilar y la morbilidad del miembro superior en pacientes con cáncer de mama y ganglio centinela negativo: Estudio prospectivo aleatorizado. *Cir Esp*. 2011;89(5):307-16. Spanish. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.01.011>
 28. Yang S, Park DH, Ahn SH, Kim J, Lee JW, Han JY, et al. Prevalence and risk factors of adhesive capsulitis of the shoulder after breast cancer treatment. *Support Care Cancer*. 2017;25(4):1317-22. <https://doi.org/10.1007/s00520-016-3532-4>
 29. Silver JK, Baima J. Cancer prehabilitation: an opportunity to decrease treatment-related morbidity, increase cancer treatment options, and improve physical and psychological health outcomes. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013;92(8):715-27. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31829b4afe>
 30. Campbell KL, Pusic AL, Zucker DS, McNeely ML, Binkley JM, Chevillat AL, et al. A prospective model of care for breast cancer rehabilitation: function. *Cancer*. 2012;118(8 Suppl):2300-11. <https://doi.org/10.1002/cncr.27464>
 31. Nilsson H, Angerås U, Bock D, Börjesson M, Onerup A, Fagevik Olsen M, et al. Is preoperative physical activity related to post-surgery recovery? A cohort study of patients with breast cancer. *BMJ Open*. 2016;6(1):e007997. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-007997>
 32. Torres Lacomba M, Yuste Sánchez MJ, Zapico Goñi A, Prieto Merino D, Mayoral del Moral O, Cerezo Téllez E, et al. Effectiveness of early physiotherapy to prevent lymphoedema after surgery for breast cancer: randomised, single blinded, clinical trial. *BMJ*. 2010;340:b5396. <https://doi.org/10.1136/bmj.b5396>
 33. Lu SR, Hong RB, Chou W, Hsiao PC. Role of physiotherapy and patient education in lymphedema control following breast cancer surgery. *Ther Clin Risk Manag*. 2015;11:319-27. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S77669>
 34. Stanton AW, Badger C, Sitzia J. Non-invasive assessment of the lymphedematous limb. *Lymphology*. 2000;33(3):122-35. PMID: 11019400
 35. Chen YW, Tsai HJ, Hung HC, Tsauo JY. Reliability study of measurements for lymphedema in breast cancer patients. *Am J Phys Med Rehabil*. 2008;87(1):33-8. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31815b6199>
 36. Scrimshaw SV, Maher C. Responsiveness of visual analogue and McGill pain scale measures. *J Manipulative Physiol Ther*. 2001;24(8):501-4. <https://doi.org/10.1067/mmt.2001.118208>
 37. Suda M, Kawakami M, Okuyama K, Ishii R, Oshima O, Hijikata N, et al. Validity and Reliability of the Semmes-Weinstein Monofilament Test and the Thumb Localizing Test in patients with stroke. *Front Neurol*. 2021;11:625917. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.625917>
 38. Gandbhir VN, Cunha B. Goniometer. [Updated 2021 Jun 11]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558985>
 39. Cronin J, Lawton T, Harris N, Kilding A, McMaster DT. A Brief review of handgrip strength and sport performance. *J Strength Cond Res*. 2017;31(11):3187-217. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002149>
 40. Gordon LG, Battistutta D, Scuffham P, Tweeddale M, Newman B. The impact of rehabilitation support services on health-related quality of life for women with breast cancer. *Breast Cancer Res Treat*. 2005;93(3):217-26. <https://doi.org/10.1007/s10549-005-5151-5>
 41. Beurskens CHG, van Uden CJT, Strobbe LJA, Oostendorp RAB, Wobbes T. The efficacy of physiotherapy upon shoulder function following axillary dissection in breast cancer, a randomized controlled study. *BMC Cancer*. 2007;7:166. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-7-166>
 42. Hasenoehrl T, Keilani M, Palma S, Crevenna R. Resistance exercise and breast cancer related lymphedema - a systematic review update. *Disabil Rehabil*. 2020;42(1):26-35. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1514663>
 43. Rangon FB, da Silva J, Dibai-Filho AV, Guirro RRJ, Guirro ECO. Effects of Complex Physical Therapy and multimodal approaches on lymphedema secondary to breast cancer: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil*. 2022;103(2):353-63. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.06.027>
 44. Panchik D, Masco S, Zinnikas P, Hillriegel B, Lauder T, Suttman E, et al. Effect of exercise on breast cancer-related lymphedema: what the lymphatic surgeon needs to know. *J Reconstr Microsurg*. 2019;35(1):37-45. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1660832>
 45. Serra-Añó P, Inglés M, Bou-Catalá C, Iraola-Lliso A, Espí-López GV. Effectiveness of myofascial release after breast cancer surgery in women undergoing conservative surgery and radiotherapy: a randomized controlled trial. *Support Care Cancer*. 2019;27(7):2633-41. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4544-z>
 46. Bailey LB, Thigpen CA, Hawkins RJ, Beattie PF, Shanley E. Effectiveness of manual therapy and stretching for baseball players with shoulder range of motion deficits. *Sports Health*. 2017;9(3):230-7. <https://doi.org/10.1177/1941738117702835>
 47. Novak CB, von der Heyde RL. Evidence and techniques in rehabilitation following nerve injuries. *Hand Clinics*. 2013;29(3):383-92. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2013.04.012>
 48. Nogueira PVG. Efeitos da facilitação neuromuscular proprioceptiva na performance funcional de mulheres mastectomizadas. *Fisioter Bras* [Internet]. 2005 [cited 2022 Jun 1];6(1):28-35. Available from: <https://bit.ly/3NP6zSs>
 49. INCA - Instituto Nacional de Câncer. Atividade Física [Internet]. 2021 [updated 2020 Apr 14; cited 2022 Jun 1]. Available from: <https://bit.ly/395Zm1r>
 50. Lahart IM, Metsios GS, Nevill AM, Carmichael AR. Physical activity, risk of death and recurrence in breast cancer survivors: A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *Acta Oncol*. 2015;54(5):635-54. <https://doi.org/10.3109/0284186X.2014.998275>
 51. Farmer GD, Pearson M, Skylark WJ, Freeman ALJ, Spiegelhalter DJ. Redevelopment of the Predict: Breast Cancer website and recommendations for developing interfaces to support decision-making. *Cancer Med*. 2021;10(15):5141-53. <https://doi.org/10.1002/cam4.4072>
 52. Box RC, Reul-Hirche HM, Bullock-Saxton JE, Furnival CM. Physiotherapy after breast cancer surgery: results of a randomised controlled study to minimise lymphoedema. *Breast Cancer Res Treat*. 2002;75(1):51-64. <https://doi.org/10.1023/A:1016591121762>
 53. Lee MJ, Beith J, Ward L, Kilbreath S. Lymphedema following taxane-based chemotherapy in women with early breast cancer. *Lymphat Res Biol*. 2014;12(4):282-8. <https://doi.org/10.1089/lrb.2014.0030>
 54. Saibil S, Fitzgerald B, Freedman OC, Amir E, Napolskikh J, Salvo N, et al. Incidence of taxane-induced pain and distress in patients receiving chemotherapy for early-stage breast

- cancer: a retrospective, outcomes-based survey. *Curr Oncol* 2010;17(4):42-7. <https://doi.org/10.3747/co.v17i4.562>
55. Vega MCMD, Laviano A, Pimentel GD. Sarcopenia e toxicidade mediada pela quimioterapia. *Einstein (São Paulo)*. 2016;14:580-4. <https://doi.org/10.1590/s1679-45082016md3740>
56. Rodrigues TCR. Proposta de uma ficha de avaliação fisioterapêutica para pacientes mastectomizadas [Specialization Monograph]. Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia; 2019 [cited 2022 Jun 1]. 49 p. Available from: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24650>

Conflitos de interesse: Os autores informam não haver conflitos de interesse relacionados a este artigo.

Contribuição individual dos autores:

Redação do manuscrito: TLP, AJMO

Revisão crítica do texto: FJCR

Aprovação final do manuscrito*: FJCR, TLP, AJMO

Responsabilidade geral pelo estudo: FJCR

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito submetido para publicação da Rev Cienc Saude.

Informações sobre financiamento: T. L. Pilger (número do subsídio: 88887.630326/2021-00) financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), A. J. Ortolani (número do subsídio: 139035/2021-4) foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e F. J. Candido dos Reis (número da bolsa: 303210 / 2018-4) financiado pelo o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).