



**MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA MINIMAMENTE INVASIVA E
SIMULAÇÃO NA ÁREA DE SAÚDE**

PATRÍCIA MARA LIMA PINHEIRO TORRES

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA AUXILIAR NA
PREDIÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR PÓS-OPERATÓRIA EM PACIENTES
SUBMETIDOS À CIRURGIA DE RESSECÇÃO PULMONAR POR CÂNCER DE
PULMÃO**

FORTALEZA

2020

PATRÍCIA MARA LIMA PINHEIRO TORRES

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA AUXILIAR NA
PREDIÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR PÓS-OPERATÓRIA EM PACIENTES
SUBMETIDOS À CIRURGIA DE RESSECÇÃO PULMONAR POR CÂNCER DE
PULMÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de Saúde do Centro Universitário Christus, como requisito final para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Simulação no ensino na área cirúrgica. Linha de Pesquisa: Desenvolvimento de software e aplicativos para a área da saúde.

Orientadora: Prof^ª. Dra Ingrid Correia Nogueira

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T693d Torres, Patricia Mara Lima Pinheiro.
Desenvolvimento de um aplicativo móvel para auxiliar na predição da
função pulmonar pós-operatória em pacientes submetidos à cirurgia de
ressecção pulmonar por câncer de pulmão / Patricia Mara Lima Pinheiro
Torres. - 2020.
68 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Christus - Unichristus,
Mestrado em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de
Saúde, Fortaleza, 2020.

Orientação: Profa. Dra. Ingrid Correia Nogueira.

Área de concentração: Simulação no ensino na área cirúrgica.

1. Neoplasias Pulmonares. 2. Cirurgia Torácica. 3. Teste de Função
Pulmonar. I. Título.

CDD 610.28

PATRÍCIA MARA LIMA PINHEIRO TORRES

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA AUXILIAR
NA PREDIÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR PÓS-OPERATÓRIA EM PACIENTES
SUBMETIDOS À CIRURGIA DE RESSECÇÃO PULMONAR POR CÂNCER DE
PULMÃO

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-graduação em mestrado profissional em tecnologia minimamente invasiva e simulação na área de saúde do Centro Universitário Christus, como requisito final para obtenção do título de mestre nesta área.
Linha de Pesquisa: Desenvolvimento de software e aplicativos para a área da saúde.

Orientadora: Prof^ª. Dra Ingrid Correia Nogueira

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra Ingrid Correia Nogueira (Orientadora)
Centro Universitário Christus - UNICHRISTUS

Prof. Dr. Israel Lopes de Medeiros
Universidade de Fortaleza - UNIFOR

Prof. Dr. João Crispim Ribeiro
Centro Universitário Christus - UNICHRISTUS

Dedico esse trabalho ao meu Deus por alcançar essa vitória. O Senhor é o meu pastor e de nada terei falta.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Joelda, que em todos os momentos, eu sempre pude contar com sua presença, e desse modo, consigo voar para os mais altos sonhos.

Ao meu pai Eugênio, quase tudo do que sou hoje foi plantado por ele, uma semente que eternizará em meu caráter, uma herança imensurável.

Ao meu esposo Danilo, por estar sempre ao meu lado, pelo incentivo em todos os momentos, e por nunca me deixar desistir. Sou muito abençoada por tê-lo em minha vida.

Aos meus filhos, Júlia e João Guilherme, que para mim são o sentido da vida, amor incondicional.

À minha irmã, Priscila e o meu padrasto Antônio Ramos, obrigada por sempre me encorajar com palavras de força e fé.

Às minhas avós Mariquinha e Mundinha, vocês serão sempre o maior e melhor exemplo de mulher, mãe e amiga que pude obter, serei eternamente grata.

Ao meu sogro e minha sogra, Everaldo Torres e Cristina Almeida, obrigada pelo apoio ao longo de toda minha vida acadêmica.

À minha orientadora e amiga, Prof^a Dra. Ingrid Correia, pela oportunidade de realizar este trabalho ao seu lado, meu respeito e admiração por você. Obrigada por colaborar de forma considerável para que a realização desse projeto se concretizasse.

Aos amigos fisioterapeutas do Hospital de Messejana, pela motivação e torcida para finalização dessa etapa em minha vida. Ao chefe de fisioterapia Rogério Maia e a Prof^a Emília Matos por colaborar nessa jornada.

À minha amiga Pastora Cacilda, suas palavras de incentivo, acreditando nessa conquista me faz acreditar que você é um canal usado por Deus para mim.

As minhas queridas amigas que sempre estiveram na torcida por esse sonho, participando diariamente como verdadeiras conselheiras para que nunca retrocedesse.

Aos professores doutores Daniel Gurgel, Fabrício Fontoura, Israel Lopes de Medeiros e João Crispim, obrigada pela valorosa contribuição e pelas considerações nas bancas de qualificação e defesa

Registro também o meu agradecimento ao Prof. Dr Edgar Marçal, juntamente com sua equipe, que se disponibilizou na realização deste aplicativo.

Ao professor Dr. Paulo Goberlânio pelo auxílio estatístico, o que contribuiu significativamente nesse estudo.

Ao coordenador e Prof. Dr. Carlos Barros Jucá, ao corpo docente e a secretaria do TEMIS da Unichristus.

“Tenho-vos dito isto, para que em mim tenhais paz; no mundo tereis aflições, mas tende bom ânimo, eu venci o mundo.”(JOÃO 16:33)

RESUMO

O Câncer de Pulmão (CP) é a neoplasia de maior letalidade no Brasil e no mundo. O tratamento quando o tumor se encontra localizado é cirúrgico. Porém, após a cirurgia de Ressecção Pulmonar (RP) os pacientes cursam com deterioração na função pulmonar e da capacidade funcional. A avaliação da função pulmonar e da capacidade funcional é de suma relevância para identificação dos pacientes que estão aptos a realização da RP e para o cálculo da função pulmonar pós-operatória (ppo), auxiliando assim na indicação da cirurgia e na estratificação do risco cirúrgico. Esse trabalho teve como objetivo desenvolver e validar um aplicativo móvel para o volume expiratório final no primeiro segundo (VEF₁) ppo em pacientes submetidos à cirurgia de RP por CP. O aplicativo FELC (Functional Evaluation of Lung Cancer) foi desenvolvido no Laboratório de Inovação Tecnológica (LIT) no Centro Universitário Christus (Fortaleza - CE) no período de abril de 2017 a abril de 2019. A criação da ferramenta para o VEF₁ppo foi baseada no cálculo do método de contagem de segmento anatômico. O desenvolvimento da ferramenta para estratificação do risco cirúrgico foi fundamentado nos pontos de corte (baixo, médio e alto risco) baseado nos testes funcionais (espirometria, teste de caminhada de seis minutos, *shuttle walking test*, teste do degrau, ergoespirometria e na cintilografia de perfusão pulmonar) de acordo com as diretrizes nacionais e internacionais da *American College of Chest Physicians* (ACCP) e *American Thoracic Society* (ATS). O aplicativo foi desenvolvido para os sistemas operacionais *Android*® da *Google*®. Para a validação da inovação foi analisado o banco de dados referente a 50 pacientes com idade média de 58,94 ± 11,24 anos. Ao utilizar a equação da contagem de segmentos, o aplicativo foi capaz de calcular o valor da função pulmonar do VEF₁ppo, obtendo um valor de VEF₁ de 62,98% ± 16,08 predito pelo aplicativo, próximo ao valor real do VEF₁% obtido ao final do terceiro mês de PO, sendo 75,98% ± 16,21. Dessa forma, o aplicativo foi capaz de prever em 63,3% dos pacientes o VEF₁ do PO3. Desse modo foi encontrada uma boa correlação do valor do VEF₁ppo obtido por meio do aplicativo com o parâmetro real (VEF₁) mensurado pela espirometria após o 3º mês da RP ($r = 0,633$, $p = 0,001$, $CCI = 0,775$). Quanto a estratificação de risco, o aplicativo classificou os pacientes em baixo, moderado e alto risco obtendo os seguintes valores respectivamente, 29/50 (58%); 20/50 (40%); 1/50 (2%). O uso do aplicativo facilita a avaliação pré-operatória de pacientes submetidos a cirurgia de RP, auxiliando na avaliação da reserva funcional pulmonar, na estratificação do risco cirúrgico e na indicação da RP por meio de uma ferramenta acessível, confiável e de fácil utilização.

Palavras Chave: Neoplasias Pulmonares. Cirurgia Torácica. Teste de Função Pulmonar.

ABSTRACT

Lung Cancer (LC) is the deadliest neoplasm in Brazil and worldwide. Once the tumor is located, the treatment is surgical. However, after a Pulmonary Resection (PR) surgery, patients experience deterioration in lung function and functional capacity. An assessment of the lung function is extremely relevant in order to identify those patients who are eligible for a PR and to calculate the postoperative lung function (PLF), thus assisting in the referral to surgery and in the stratification of surgical risk. The present work aims to develop and validate a mobile application to the forced expiratory volume at the first second (FEV1) PLF in patients who underwent PR surgery due to LC. The application FELC (Functional Evaluation of Lung Cancer) was developed in the Innovation Technology Lab (ITL) at Christus University (Fortaleza – CE) between April 2017 and April 2019. The creation of the FEV1plf tool was based on the calculation of the anatomy-guided segment counting. The development of the tool for the stratification of the surgical risk was based on cut off points (low, medium, and high risk) obtained by functional tests (spirometry, 6-minute-walk-test, shuttle walking test, step test, ergospirometry and pulmonary perfusion scintigraphy) according to the national and international guidelines of the American College of Chest Physicians (ACCP) and American Thoracic Society (ATS). The application was developed for the Google's® Android® operating system. In order to validate the innovation, data from 50 patients with an average age of 58.94 ± 11.24 years was evaluated. When using the segment counting equation, the application was able to calculate the value of the Pulmonary Function of the FEV1plf, obtaining a FEV1plf value of $62.98\% \pm 16.08$ predicted by the application, near the real FEV1% value acquired at the end of the third month after the surgery, being $75.98\% \pm 16.21$. Thus, the application was able to predict the FEV1plf of PO3 in 63.3% of the patients. Therefore, it was found a good correlation between the FEV1plf value obtained by the application with the real parameter measured through spirometry 3 months after the PR ($r = 0.633$, $p = 0.001$, $CCI = 0.775$). As for the risk stratification, the application classified patients as low, moderate and high risk and obtained the following values respectively 29/50 (58%); 20/50 (40%); 1/50 (2%). The use of the application facilitates the preoperative evaluation of patients undergoing PR surgery, assisting the evaluation of the pulmonary function reserve, the stratification of surgical risk and in the indication of PR through an accessible, reliable and easy-to-use tool.

Key words: Lung Cancer, Thoracic Surgery, Pulmonary Function Test.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Algoritmo de avaliação para candidatos a ressecções	17
Figura 2 - Distribuição proporcional dos dez tipos de câncer mais incidentes estimados para 200 por sexo, exceto pele não melanoma	21
Figura 3 - Algoritmo do protocolo do estudo referente à 1ª etapa	33
Figura 4 - Algoritmo do aplicativo para avaliação funcional pré-operatória em pacientes submetidos à RP.	36
Figura 5 - Tela inicial de cadastro dos pacientes no aplicativo FELC	41
Figura 6 - Tela de avaliação do VEF1 pré-operatória (espirometria)	42
Figura 7 - Tela de avaliação do teste de caminhada seis minutos	43
Figura 8 - Tela de avaliação para VO2máx (ergoespirometria)	44
Figura 9 - Tela de avaliação para cintilografia	45
Figura 10 - Evolução da função pulmonar através da mensuração do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1%) em pacientes que realizaram à cirurgia de ressecção pulmonar por câncer de pulmão.....	48
Figura 11 - Evolução da função pulmonar através da mensuração da capacidade vital forçada (CVF) em pacientes que realizaram cirurgia de ressecção pulmonar por câncer de pulmão.....	49
Figura 12 - Evolução da distância percorrida através do teste de caminhada de seis minutos dos pacientes submetidos à cirurgia de ressecção pulmonar por câncer de pulmão	50
Figura 13 - VEF1ppo pelo aplicativo em comparação com o VEF1 ppo após o terceiro mês.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de estratificação do alto risco cirúrgico para ressecções pulmonares.....	20
Tabela 2 – Características da amostra de 50 pacientes com câncer de pulmão que realizaram ressecção pulmonar	46
Tabela 3 – Grau de escolaridade da amostra	47
Tabela 4 – Procedimentos cirúrgicos realizados nos 50 pacientes da amostra.....	47
Tabela 5 – Ferramenta do aplicativo para calcular o valor predito a ser percorrido.....	50
Tabela 6 – Classificação de risco apresentada pelo aplicativo.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

ACCP	American College of Chest Physicians
ASA	American Society of Anesthesiologists
ATS	American Thoracic Society
BTS	British Thoracic Society
CE	Ceará
CP	Câncer de Pulmão
CPPO	Complicações Pulmonares Pós-Operatórias
CPNPC	Câncer de Pulmão não Pequenas Células
CPPC	Câncer de Pulmão Pequenas Células
CTVA	Cirurgia Torácica Vídeo Assistida
CVF	Capacidade vital forçada
DLCO	Capacidade de Difusão do Monóxido de Carbono
DM	Diabetes Mellitus
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DTC6	Distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos
eHEALTH	Eletronic Health
f	Frequência respiratória
FC	Frequência cardíaca
FELC	Functional Evaluation of Lung Cancer)
IMC	Índice de Massa Corporal
mHEALTH	Mobile Health
SO	Sistema Operacional
PEEP	Pressão Positiva Expiratória Final
RP	Ressecção Pulmonar
SatO₂	Saturação de Oxigênio
SBPT	Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
SDE	Sonolência Diurna Excessiva
SF – 36	<i>Medical Outcomes Study 36 – Item Short – Form Health Survey</i>
SNC	Sistema Nervoso Central
SpO₂	Saturação periférica de oxigênio
SWT	<i>Shuttle Walking Test</i>
T	Tumor Primário
TC	Tomografia Computadorizada
TECP	Teste de Esforço Cardiopulmonar
TC6'	Teste de caminhada de seis minutos
TCLE	Termo de Consentimento livre e esclarecido
TEMIS	Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação
TD	Teste do degrau
TNM	Tumor-Nódulo-Metástase
UTI	Unidade de terapia intensiva
VEF1	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VM	Ventilação mecânica
VO₂máx	Consumo máximo de oxigênio
VR	Volume residual
TECP	Teste de esforço cardiopulmonar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Fator de Risco	22
2.2 Diagnóstico e Estadiamento	22
2.3 Tratamento Clínico e Cirúrgico	24
2.4 Inovações Tecnológicas em Saúde	26
3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	28
4. PERGUNTA DE PARTIDA	29
5. HIPÓTESE	30
6. OBJETIVO	31
6.1 Geral	31
6.2 Específicos	31
7. MATERIAL E MÉTODOS	32
7.1 Primeira Etapa	32
7.1.2 Tipo de estudo e local de estudo	32
7.1.3 Desenvolvimento do aplicativo	32
<i>7.1.3.1 Ferramenta elaborada para previsão do VEF1ppo</i>	34
<i>7.1.3.2 Ferramenta elaborada para calcular os valores preditos obtidos pelos testes funcionais pela cintilografia de perfusão</i>	34
<i>7.1.3.3 Ferramenta para estratificação de risco cirúrgico</i>	35
7.2 Segunda Etapa	37
7.2.1 Tipos – Período de Estudo – Local	37
7.2.2 População e Amostra	37
7.2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão	38
7.3 Instrumentos e Medidas	38
7.3.1 Ficha de Avaliação Clínica	38
7.3.2 Espirometria	39
7.3.3 Teste da Caminhada de seis minutos	39
7.4 Análise Estatística	39
7.5 Aspectos Éticos	40
8 RESULTADOS	41
8.1 Resultado das Telas	41

8.2 Características gerais da amostra	45
8.3 Resultado das Análises	45
9 DISCUSSÃO	52
9.1 Limitações	60
10 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as neoplasias constituem um problema de saúde pública devido ao aumento crescente da incidência e da prevalência. A Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer estimou para 2018 mais de 18,1 milhões de novos casos de câncer, considerando uma sobrevida média global em cinco anos entre 13 e 21% para países desenvolvidos e entre 7 a 10% para os países em desenvolvimento (IARC, 2018; FERLAY *et al.*, 2019; INCA, 2019).

O câncer de pulmão (CP) é considerado a principal neoplasia, pelo aumento exponencial na incidência quanto em mortalidade mundialmente. Estima-se para o triênio 2020 – 2022 que a incidência do CP no Brasil se mantenha em terceiro lugar para os homens (17.760 novos casos) e quarto entre as mulheres (12.440 novos casos) (FERLAY *et al.*, 2019; INCA, 2019).

Mediante a suspeita de um nódulo maligno pode-se biopsiar através da broncoscopia, biopsia pulmonar percutânea ou pleuroscopia. Diagnosticado o câncer, deve-se partir para o estadiamento, que se utiliza da ecobroncoscopia, mediastinoscopia e exames de imagem, ou seja, tal procedimento tem a finalidade de verificar se a doença está iniciando, se é operável, se está restrita ao pulmão ou disseminada para outros órgãos (SILVESTRE *et al.*, 2013; BRASIL, 2019).

Apesar dos diversos avanços nas modalidades de tratamento para o câncer, a ressecção pulmonar (RP) continua sendo considerada padrão ouro. Nos últimos 30 anos, o desenvolvimento da cirurgia minimamente invasiva vem constantemente sendo aprimorada, tanto com o uso da cirurgia torácica vídeo assistida (*vídeo-assisted thoracic surgery - VATS*), quanto ao uso, mais recentemente, da cirurgia robótica, que surge com o objetivo de aumentar a amplitude e a precisão das manobras e dos movimentos intracavitários, além de melhorar a visualização pela imagem tridimensional (SODER *et al.*, 2017).

Apesar do método cirúrgico ser uma alternativa curativa de tratamento, estima-se que a perda funcional no volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) mensurado pela espirometria seja de aproximadamente 8 a 15% para lobectomia, e de 25 a 35% para pneumectomia (LIMA *et al.*, 2010; BRUNELLI *et al.*, 2013). Portanto, de acordo com a extensão das RP, pode haver perda da função pulmonar, aumentando o risco de incapacidade respiratória permanente (LIMA *et al.*, 2009). Dessa forma, o objetivo primordial da avaliação pulmonar pré-operatória é identificar, quantificar e reduzir o risco das complicações, tanto no pós-operatório imediato quanto no tardio (GRANGER, 2016).

Na seleção dos candidatos à RP, a avaliação da reserva pulmonar através das provas de função pulmonar gera índices representativos e de grande relevância, rotineiramente medidos antes da cirurgia. Antigamente, a espirometria e a gasometria arterial eram os únicos exames disponíveis. Hoje, porém, existem outros exames, tais como: a capacidade de difusão do monóxido de carbono (DLCO), os testes de exercício de campo submáximos e máximos relacionados à capacidade funcional (capacidade do indivíduo de realizar as suas atividades de vida diária), a ergoespirometria, também conhecida como teste de esforço cardiopulmonar (TECP) e os exames de imagem funcional (tomografia computadorizada e cintilografia de perfusão e/ou ventilação) (BRUCE *et al.*, 2017). Logo, é importante destacar que é imprescindível o conhecimento prévio sobre a necessidade da indicação dos testes e sua posterior interpretação no contexto dessa avaliação (BEDIN; IZBICKI; FARESIN, 2015).

A Fisioterapia se torna parte fundamental na avaliação pré-operatória de pacientes com CP. De acordo com o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO) a Resolução n.º. 400/2011 – disciplina a especialidade profissional de Fisioterapia respiratória na qual, a atuação do Fisioterapeuta se caracteriza pelo exercício profissional em todos os níveis de atenção à saúde, em todas as fases do desenvolvimento ontogênico, com ações de prevenção, promoção, proteção, educação, intervenção, recuperação e reabilitação do cliente, paciente e usuário, promovidas no ambiente hospitalar, ambulatorial entre outros. Se faz necessário o domínio das seguintes grandes áreas de competência: solicitar, aplicar e interpretar escalas, questionários e testes funcionais, bem como solicitar, realizar e interpretar exames complementares como espirometria e outras provas de função pulmonar, eletromiografia de superfície, entre outros.

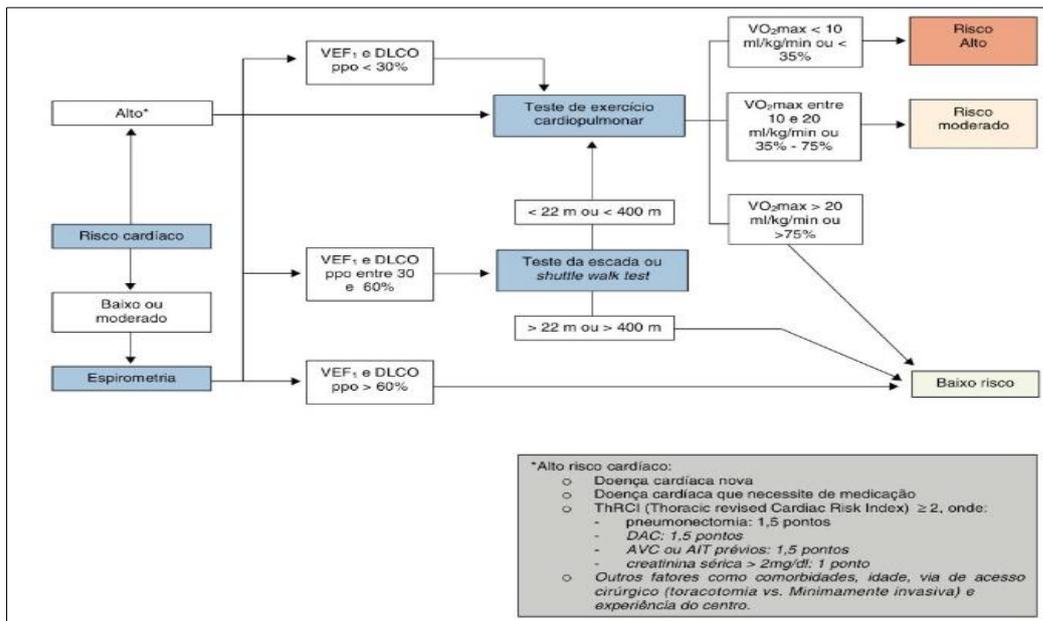
Considerando a necessidade de prover, por meio de uma assistência profissional adequada e específica, as exigências clínico-cinesiológico-funcionais dos indivíduos portadores de declínio funcional decorrentes de doenças oncológicas, vários modelos de avaliação pré-operatória envolvem abordagem baseada em equipe interdisciplinar. A participação da Fisioterapia já revelou reduzir o risco de eventos, o tempo total de permanência, reduzir readmissões e complicações (MALTSER *et al.*, 2017).

De acordo com os consensos, essas recomendações e orientações internacionais da *American College of Chest Physicians* (ACCP), *European Respiratory Society/European Society of Thoracic Surgeons* (ERS/ESTS) e da *British Thoracic Society* (BTS) fornecem a base para a avaliação funcional de candidatos à RP para tratamento do CP e podem ser orientada por diversos algoritmos, estando a principal diferença entre eles na indicação de avaliações funcionais, embora os estudos seguem comparando a superioridade de um em relação ao outro.

No entanto, há trabalhos relatando que, quando não se utiliza nenhum algoritmo, os erros na avaliação pré-operatória de RP são comuns e se evidenciam com maior frequência (BEDIM *et al.*, 2015).

Na última revisão das orientações da ACCP publicada em 2013 para candidatos à RP foi proposto um novo algoritmo embasado em uma série de publicações, ver na Figura 1. Comparativamente à publicação de 2007, as novidades trazidas foram a concordância com o algoritmo europeu em relação à realização da medida da DLCO em todos os candidatos a ressecção, a utilização de testes submáximos antes do TECP, bem como novos parâmetros para categorizar baixo risco e, por fim, a criação de uma categoria de moderado risco (STANZAN *et al.*, 2013).

Figura 1 - Algoritmo de Avaliação para Candidatos a Ressecções



Fonte: DEGANI-COSTA, 2012

Portanto, quando o volume expiratório forçado no primeiro segundo predito para o pós-operatório (VEF_1 ppo) e a capacidade de difusão do monóxido de carbono predito para o pós-operatório (DLCO ppo) aparecer acima de 60%, os pacientes são classificados como baixo risco e, se algum desses valores estiver entre 30% a 60%, os testes de *Shuttle Walking Test* (SWT) ou Teste do degrau (TD) estão indicados. A depender dos resultados obtidos, o TECP será realizado e os seus resultados definem se o paciente pertence às categorias de baixo, moderado ou alto risco (GRAHAM, 2017).

Nos últimos anos, a avaliação do nível de capacidade aeróbica por meio dos testes de exercício é reconhecida como um método relevante para conhecer a reserva cardiorrespiratória e mensurar o desempenho nas provas de tolerância ao exercício. Segundo

BRUNELLI *et al.* (2013) os testes podem ser divididos em dois tipos, os testes convencionais (submáximos) e o TECP, sendo este o padrão ouro para a avaliação de candidatos cirúrgicos, especialmente em pacientes limítrofes. A interpretação dos resultados alcançados pelos testes permite uma avaliação precisa possibilitando auxiliar na previsão do risco cirúrgico e na avaliação da resposta aos tratamentos (MORALES-BLANHIR *et al.*, 2012; VILARÓ, RESQUETI; FREGONEZI, 2008).

Em relação aos testes de capacidade funcional, os consensos ERS e da ACCP concordam que pacientes com desempenho insatisfatório nesses testes deveriam realizar o TECP. Segundo a ACCP pacientes que obtiverem uma distância percorrida >400 m no SWT ou maior de 22 metros no TD são considerados de baixo risco e não necessitam de avaliação adicional (BRUNELLI *et al.*, 2013). Apesar da ACCP não incluir o teste de caminhada de seis minutos (TC6) como um teste padrão, este provou ser útil na avaliação pré-operatória e pós-operatória de pacientes submetidos à cirurgia de RP, e tem sido utilizado mundialmente para complementar o diagnóstico clínico de doenças cardíacas e pulmonares, para avaliação do risco cirúrgico entre outras intervenções terapêuticas (SAAD *et al.*, 2017).

O TC6 é considerado um teste submáximo, amplamente utilizado para avaliar a resposta de um indivíduo ao exercício e propicia uma análise global do sistema respiratório, cardíaco e metabólico (ATS 2002). Vários estudos desenvolveram equações para obter a distância predita no TC6 (DPTC6), porém as equações de predição mais conhecidas na literatura foram desenvolvidas com indivíduos saudáveis. No entanto, o estudo de SAAD *et al.* (2017) correlacionou a distância com a predita para o TC6 por meio das equações de Enright e Iwana, evidenciando correlação em intensidades semelhantes com as distâncias percorridas.

Os estudos colocam como ponto de corte para preditor de mortalidade e para avaliação do risco cirúrgico uma distância inferior a 350 m alcançada na distância percorrida pelo TC6, enquanto outro estudo realizado com pacientes candidatos ao transplante de pulmão estabelece uma DTC6 < 400 m como preditor de mortalidade e complicações (VILARÓ; RESQUETI; FREGONEZI, 2008). Entretanto, em estudo recente, Marjanski *et al.* (2015), estabeleceram a distância percorrida no TC6 como um fator preditor de complicações pós-operatórias (CPO), bem como acréscimo do tempo de internação pós-operatória após cirurgia de RP, estabelecendo um valor de corte de 500 metros.

De acordo com a ACCP, o TECP é considerado um teste de esforço máximo que fornece dados sobre o desempenho cardiovascular durante o esforço e têm importância prognóstica, podendo influenciar direta ou indiretamente na estratificação de risco. (BRUNELLI *et al.*, 2013). Valores de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$) < 10 ml/kg ou

< 35% do previsto indica alto risco e, em geral, não recomenda o procedimento cirúrgico devido à alta mortalidade (MORALES-BLANHIR *et al.*, 2012).

O TECP é a terceira etapa na avaliação funcional, e o valor que separa risco aceitável de alto risco é de 15 ml/kg/min, ou seja, doentes portadores de VO₂máx acima de 15mL/kg/min apresentam risco aceitável para a RP (MORALES-BLANHIR *et al.*, 2012).

Todavia, a diretriz europeia estratifica o risco da seguinte forma: valores de VO₂máx acima de 20mL/kg/min ou > 75% do previsto permitem uma pneumectomia, para os valores entre 10 e 20mL/kg/min ou 35 a 75% do previsto indicam risco aumentado para RP e abaixo de 10mL/kg/min ou 35% do previsto contraindica tais ressecções devido altíssimo o risco para complicações (BEDIN; IZBICKI; FARESIN, 2015).

A avaliação do risco antes da RP é crucial para determinar uma estratégia de tratamento ideal para pacientes com CP em estágio inicial. A última diretriz para avaliação pré-operatória publicada pela ACCP (2013) traz as seguintes definições: baixo risco, quando a mortalidade se encontra inferior a 1% e as ressecções anatômicas importantes podem ser realizadas com segurança neste grupo; risco moderado quando as taxas de morbidade e mortalidade podem variar de acordo com os valores da função pulmonar ao exercício, como também a extensão das ressecções e os riscos e benefícios devem ser exaustivamente discutidos com o paciente; e alto risco quando a mortalidade após ressecções anatômicas seja superior a 10% (ZHANG; DIPPON; FRIEDEL, 2018).

O conhecimento da função pulmonar predita para o pós operatório pode auxiliar na estratificação de risco cirúrgico. Recomenda-se a utilização de equações para previsão da função pulmonar pós-operatória por meio do método de contagem de segmento anatômico, visando estimar a quantidade de tecido pulmonar perdido com a ressecção cirúrgica e, desse modo, calcular a função pulmonar remanescente. Essa avaliação facilitar a tomada de decisão inerente à indicação cirúrgica, baseada na avaliação do risco cirúrgico (ZHANG, R; KYRISS, T; DIPPON, 2018).

Entretanto, há variação entre diversos autores com respeito aos valores a serem utilizados. Alguns empregam valores pré-operatórios ao invés de valores preditos para o pós-operatório (ppo), ora em valores absolutos ora em percentual do previsto. A classificação de alto risco cirúrgico para RP em pacientes candidatos à lobectomia pela ACCP, considera o valor de VEF₁ ppo e DLCO ppo <30%, e o VO₂máx <10ml/kg/min ou <35%. Já a diretriz europeia (ERS) utiliza essa classificação se o valor de VEF₁ se apresentar <80% e a BTS emprega o valor de VEF₁<1,5L e VEF₁ppo e DLCOppo <40% e o VO₂ < 15ml/kg/min (BEDIN *et al.*, 2015).

Entretanto, para os candidatos a pneumectomia as diretrizes também classificam de forma individual os pacientes de alto risco, seguindo dessa maneira, ACCP, ERS, BTS com VEF₁ ppo e DLCO ppo <30% e o VO₂máx <10ml/kg/min ou <35%, VEF₁ <80% e VO₂máx <20ml/kg/min ou <75% e VEF₁< 2,0 L e VE₁ ppo e DLCO ppo <40% respectivamente, ver na Tabela 1 valores que estratificam alto risco cirúrgico referentes as três diretrizes internacionais (BRUNELLI *et al.*, 2013; BRUNELLI *et al.*, 2009; BTS, 2001).

Tabela 1 - Valores de estratificação do alto risco cirúrgico para RP

Alto Risco		ACCP (2013)	ERS (2009)	BTS (2001)
Lobectomia	VEF ₁ ppo/DLCO ppo	<30%		<40%
	VEF ₁	-	<80%	<1,5L
	VO ₂ máx	<10ml/kg/min ou <35%	<10ml/kg/min ou <35%	<15ml/kg/min -
Pneumectomia	VEF ₁ ppo/DLCO ppo	<30%	-	<40%
	VEF ₁	-	<80%	<2,0 L
	VO ₂ máx	<10ml/kg/min ou <35%	<20ml/kg/min ou <75%	<15ml/kg/min -

VEF₁: volume expiratório final no primeiro segundo; ppo: predito para pós-operatório; TECP: teste de exercício cardiopulmonar; VO₂máx: consumo máximo de oxigênio; DLCO: capacidade de difusão do monóxido de carbono; ACCP: American College of Chest Physicians; BTS: British Thoracic Society; ERS/ESTS: European Respiratory Society/European Society of Thoracic Surgeons.

Porém, na prática clínica há dificuldade na realização do cálculo para a previsão da função pulmonar (ppo), levando muitas vezes ao desuso dessas equações. Desse modo, o uso de tecnologias da informação e comunicação vem ganhando espaço na área da saúde. Hoje, a saúde móvel (*mHealth*) termo definido como o uso de comunicações móveis e dispositivos como *smartphones* e *tablets* na área da saúde, vem sendo amplamente utilizado. Cerca de 40.000 aplicativos dedicados à saúde já estavam disponíveis nas lojas *Apple*[®] e *Google*[®] em 2015, e a estimativa para o mercado em 2019 foi alcançar 10 bilhões de dólares em faturamento. Essas ferramentas permitem um melhor suporte personalizado, acompanhamento, conectividade permanente e manejo terapêutico (IOANNIS; CHATZIPAVLOU; VLACHOPOULOU, 2018).

Nesse contexto, assim como qualquer outra categoria, os aplicativos móveis requerem qualidade para atender aos requisitos propostos. É importante desenvolver e validar aplicativos adaptados ao *mHealth*, de forma que eles atendam às necessidades do público alvo, minimizando os erros do usuário e garantindo segurança (IOANNIS; CHATZIPAVLOU; VLACHOPOULOU, 2018).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O CP é uma doença na qual as células malignas se comportam de maneira heterogênea, envolvendo diversos tipos histológicos com atividade biológica e perfil metabólico diferentes. Do ponto de vista patológico, o CP pode ser classificado em dois tipos principais: câncer de pulmão de pequenas células (CPPC) e câncer de pulmão de não pequenas células (CPCNP), sendo este o mais predominante, ocorrendo em cerca de 75% a 85% dos pacientes. Já o CPPC representa apenas 18% dos casos de CP (HUANG *et al.*, 2014).

Para o Brasil, as estimativas mais recentes reforçam a importância que o câncer de pulmão possui frente as outras localizações anatômicas, tanto para homens quanto para mulheres (Figura 2) (INCA, 2019)

Essas estimativas refletem o perfil de um país que possui os cânceres de próstata, mama feminina, cólon e reto, colo de útero e pulmão entre os mais incidentes, entretanto ainda apresenta altas taxas para os cânceres de estômago e esôfago, cavidade oral, tireóide entre outros, ver (Figura 2) (INCA, 2019).

Figura 2 - Distribuição proporcional dos dez tipos de câncer mais incidentes estimados para 2020 por sexo, exceto pele não melanoma

Localização Primária	Casos	%			Localização Primária	Casos	%
Próstata	65.840	29,2%	Homens		Mama feminina	66.280	29,7%
Cólon e reto	20.520	9,1%			Cólon e reto	20.470	9,2%
Traqueia, brônquio e pulmão	17.760	7,9%			Colo do útero	16.590	7,4%
Estômago	13.360	5,9%			Traqueia, brônquio e pulmão	12.440	5,6%
Cavidade oral	11.180	5,0%			Glândula tireoide	11.950	5,4%
Esôfago	8.690	3,9%			Estômago	7.870	3,5%
Bexiga	7.590	3,4%			Ovário	6.650	3,0%
Linfoma não Hodgkin	6.580	2,9%			Corpo do útero	6.540	2,9%
Laringe	6.470	2,9%			Linfoma não Hodgkin	5.450	2,4%
Leucemias	5.920	2,6%			Sistema nervoso central	5.220	2,3%
			Mulheres				

*Números arredondados para múltiplos de 10.

Fonte: INCA, 2019

O tipo de câncer mais incidente no Brasil conforme à localização primária em homens é o câncer de próstata (29,2%), seguido o de cólon e reto (9,1%) e em terceiro lugar câncer de pulmão (7,9%). Nas mulheres, o câncer de mama está em primeiro lugar (29,7%), em segundo o de cólon e reto (9,2%) em terceiro lugar colo do útero (7,4%), e pulmão em quarto lugar (5,6%) (INCA, 2019).

O CP é um dos tipos de câncer mais letais em razão da sua alta agressividade. No Brasil, em 2017, ocorreram 16.137 óbitos de câncer de pulmão em homens e 11.792 óbitos em mulheres (INCA, 2019).

A taxa de sobrevida relativa em cinco anos para CP é de 18% (15% para homens e 21% para mulheres). Apenas 16% dos cânceres são diagnosticados em estágio inicial, para o qual a taxa de sobrevida em cinco anos é de 56% (INCA, 2019).

2.2 Fatores de Risco

O tabagismo é o principal fator de risco associado ao CP, sendo responsável por aproximadamente sete milhões de mortes anuais no mundo. Na maioria das populações, os casos de CP relacionados ao tabagismo representam aproximadamente 85%. As mais altas taxas de incidência são observadas na Europa e na Ásia Oriental (BRASIL, 2018; AMERICAN CANCER SOCIETY, 2017; CANADIAN CANCER STATISTICS, 2017).

Outros fatores de risco tradicionalmente aceitos são a exposição à carcinógenos ocupacionais e ambientais, como os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, radônio, asbesto, sílica cristalina, alguns metais, poluição do ar relacionada principalmente à exaustão de motor a diesel, tabagismo passivo e emissão da combustão derivada do carvão. Podemos acrescentar outros como: presença de doença pulmonar preexistente, repetidas infecções pulmonares, história familiar de CP e neoplasia pulmonar prévia (IBIAPINA, 2002; INCA, 2019).

O programa nacional de controle do tabagismo no Brasil é considerado modelo para o controle do CP, já sendo possível observar uma tendência à redução da incidência e da mortalidade devido ao programa visar à prevenção de doenças na população, por meio de medidas que estimulam a adoção de comportamentos e estilo de vida saudáveis. (INCA, 2017).

2.3 Diagnóstico e Estadiamento

A maioria dos pacientes com CP ao receberem o diagnóstico apresentam estadiamento avançado, devido à ausência de sintomas observados na fase inicial associado à precariedade dos métodos de rastreio (INCA, 2017; WHO, 2015). A ocorrência dos sintomas está relacionada à localização e ao tamanho do tumor e/ou a presença de metástases (regional ou à distância), além da presença ou não das síndromes paraneoplásicas (ZAMBONI; CARVALHO, 2005). As manifestações clínicas mais frequentes são: tosse, hemoptise, dor torácica, dispneia e emagrecimento, encontrados em 80% dos casos de CP. Estes sinais e sintomas são considerados os principais motivos pela procura de assistência médica (PEREIRA, 2013).

A avaliação do paciente com CP inclui não somente o diagnóstico do tumor primário, como também a detecção de disseminação tumoral linfonodal ou para outras estruturas. Conhecer o tipo histológico e a extensão anatômica da doença é fundamental para indicar o tratamento adequado e prever o prognóstico de cada caso (BRANDÃO, 2010).

Mountain, em 1997, publicou uma revisão dos critérios de estadiamento aceitos pela *American Joint Committee on Cancer (AJCC)* e *Union Internationale Contre le Cancer (UICC)*. Assim, os estádios I e II que se referem à doença localizada, têm indicação de tratamento semelhante, ou seja (cirurgia). O estágio III foi dividido em dois, sendo o IIIA definido por abranger situações de alta complexidade e de difícil escolha da melhor estratégia de tratamento, mas que ainda tem como opção a estratégia cirúrgica. Portanto requer para uma decisão precisa de tratamento a visão de uma equipe multidisciplinar, com experiência e conhecimento para escolher a melhor sequência de opções terapêuticas (ZAMBONI; CARVALHO, 2005; TRAVIS, 2015).

A seguir, o estágio IIIB representa pacientes fora do perfil para RP, sendo os tratamentos definitivos com radioterapia e quimioterapia os mais recomendados. A ressecção cirúrgica está indicada somente em casos estudados e bem selecionados (TRAVIS, 2015; BRAMBILLA; BURKE, 2015; MARTIN, 2005). Finalmente, os pacientes enquadrados no estágio IV são aqueles que necessitam de tratamento sistêmico por apresentar doença disseminada (FERNANDEZ; JATEN; ZAMBONI, 2002).

Esse sistema foi desenvolvido em 1946 pelo cirurgião oncológico Dr. Pierre Denoix do Institut Gustave-Roussy, em Paris. Posteriormente, foram realizadas revisões em intervalos de 4 a 10 anos. Em 1974, (2ª Edição), 1978 (3ª Edição), 1987 (4ª Edição), 1997 (5ª Edição), 2002 (6ª Edição) e 2009 (7ª Edição) (INCA, 2014). Atualmente já se utiliza o estadiamento efetivamente da 8ª Edição da *International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC)*, desde janeiro de 2017 (ZHANG; DIPPON; FRIEDEL, 2019).

A categoria T se refere ao tamanho do tumor (maior diâmetro), à invasão de estruturas mais periféricas ou centrais e à presença de outros nódulos tumorais. Em relação ao tamanho do tumor, a classificação da 8ª edição é a seguinte: T1a (<1cm), T1b (>1cm e <2cm), T1c (>2cm e <3cm), T2a (>3cm e <4cm), T2b (>4cm e <5cm), T3 (>5cm e <7cm) e T4 > 7cm (ZHANG; DIPPON; FRIEDEL, 2019).

A invasão da pleura visceral também é importante na determinação da categoria T. Para a IASLC, a definição de invasão pleural ocorre quando o tumor invade a camada elástica da pleura. Portanto, PL0 denota o tumor que invade o parênquima pulmonar subpleural ou invade a camada de tecido conectivo pleural sem atravessar a camada elástica. PL1 significa

tumores que atravessam a camada elástica. PL2 designa os tumores que invadem a superfície pleural, e PL3 que invadem qualquer componente da pleura parietal (GOLDSTRAW *et al.*, 2016).

Portanto, PL0 denotam pacientes T1, PL1 e PL2 denotam pacientes T2 e PL3 denotam pacientes T3. A invasão tumoral direta através da fissura para o lobo adjacente é classificada em T2a (BRASIL, 2018).

Tumores centrais a mais de 2cm da carina ou que provocam atelectasia ou pneumonite de 1 lobo são classificados em T2. Já tumores centrais que distam menos de 2cm da carina ou que provocam atelectasia ou pneumonite de todo o pulmão são classificados em T3. Além disso, tumores que invadem nervo frênico, pleura mediastinal, diafragma, parede torácica, ou 2 nódulos no mesmo lobo são classificados como T3 (GOLDSTRAW *et al.*, 2016).

Tumores T4 incluem aqueles tumores que invadem mediastino, coração, grandes vasos, traquéia, nervo laringeo recorrente, esôfago, corpo vertebral ou carina. Além disso, nódulos em lobos diferentes ipsilaterais são classificados como T4 (BRASIL, 2018).

A categoria N é referente ao acometimento linfonodal. Para essa classificação foram numeradas de 1 a 14, sendo que o acometimento linfonodal N1 se refere à metástase linfonodal para um linfonodo ipsilateral hilar ou peribrônquico; N2 se refere à metástase linfonodal para um linfonodo mediastinal ipsilateral e/ou linfonodo subcarinal; e N3 se refere à metástase linfonodal para um linfonodo metiastinal, hilar ou peribrônquico contra-lateral, ou para um linfonodo da cadeia cervical inferior ou linfonodo supra-clavicular. Quanto maior o N, pior o prognóstico (GOLDSTRAW *et al.*, 2016).

A classificação das metástases (M) do CP é dividida da seguinte forma: em M0, quando não há metástase à distância; M1a, quando existe metástase ou derrame pleural ou pericárdico, ou ainda um nódulo no pulmão contra-lateral, M1b seria metástase única à distância em um único órgão; e M1c seriam metástases múltiplas em um mesmo órgão ou em vários órgãos (BRASIL, 2018).

2.4 Tratamento Clínico e Cirúrgico

O tratamento do CP, quando o tumor ainda se encontra localizado sem disseminação locorregional ou à distância, é cirúrgico. Desta forma, tumores restritos ao pulmão nos estágios I e II devem ser operados e removidos. Nestes casos, aumenta a chance de cura e a sobrevida em cinco anos é de 67%, 57%, 55% e 39%, respectivamente, para os estádios IA, IB, IIA e IIB (NATIONAL COMPREHENSIVE CANCER NETWORK, 2009).

A RP é uma intervenção cirúrgica, sendo um procedimento padrão para o tratamento com intuito curativo de (CPNPC) e a indicação do tratamento, seja clínico ou cirúrgico, e o prognóstico do CP serão pautados em três itens essenciais: tipo histológico, estadiamento clínico por ocasião do diagnóstico e a situação funcional do paciente (RAJ; BAJAJ; ENTWISLE, 2011; MATSUMOTO *et al.*, 2018).

Dessa forma a RP é o tratamento de escolha para o carcinoma broncogênico em estágio precoce, sendo considerado o tratamento mais eficaz para o CP (WHO, 2015; NATIONAL COMPREHENSIVE CANCER NETWORK, 2008). Segundo FORTE (2005), os procedimentos cirúrgicos de RP são classificados em: (1) pneumectomias – ressecções pulmonares totais; (2) lobectomias - ressecção superior, inferior ou média; (3) bilobectomias; (4) pequenas ressecções que podem ser subdivididas de acordo com a área retirada, tais como segmentectomia não-anatômica também conhecida como “em cunha”, perilesão, perinodular, peritumoral e pericística e a segmentectomia anatômica.

Pacientes com CP em estágio I, candidatos ao tratamento curativo, são divididos em três grandes grupos: 1) baixo risco cirúrgico, que são normalmente tratados por lobectomia; 2) alto risco cirúrgico, que são tratados com ressecção sublobar (segmentar ou em cunha); e 3) clinicamente inoperáveis, que são tratados com quimioterapia (QT) e/ou radioterapia (RT) (ABREU, 2015).

Apesar dos avanços obtidos com o tratamento clínico, a cirurgia de RP continua sendo o melhor tratamento para o CP. Entretanto, apenas cerca de 20% dos pacientes têm indicação cirúrgica, pois a maioria apresenta estadiamento anatômico avançado no momento do diagnóstico ou apresenta comorbidades associadas que contraindicam a cirurgia (BECKLES, 2003).

Desta forma, pacientes com CP inoperáveis geralmente são submetidos aos tratamentos paliativos, com o objetivo de alívio dos sintomas para um paciente terminal que não suporta nem a QT ou RT. Já estas últimas, não visam apenas o controle dos sintomas, mas também o controle da atividade biológica tumoral de pacientes que não se encontram fora de possibilidade terapêutica. Mesmo com o desenvolvimento de novos fármacos, a sobrevida global em cinco anos de pacientes com CP inoperáveis é baixa, de 10% a 15% na maioria das populações do mundo (NATIONAL COMPREHENSIVE CANCER NETWORK, 2014; INCA, 2016; ABREU, 2015; JAMNIK; UERARA; SILVA, 2006; MACHADO, 2010).

Segundo Machado (2010), a média de sobrevivência de pacientes com tumores T1 (Tumor \leq 3 cm de comprimento, rodeado por pleura pulmonar ou visceral, sem evidência de invasão para além do brônquio lobar) e T2 (Tumor $>$ 3 cm, mas \leq 7 cm ou tumor com qualquer

das seguintes características: envolve brônquio principal ≥ 2 cm distalmente à carina, invade pleura visceral, associado com atelectasias ou pneumonite obstrutiva estendendo-se à região hilar mas sem envolver completamente o pulmão) não tratados é de 13 meses e 8 meses, respectivamente.

Alguns ensaios clínicos têm mostrado que a quimioterapia utilizada no pós-operatório (adjuvante) tem aumentado a sobrevida mesmo nos casos de ressecção completa (TAKAGAKI, 2005). A quimioterapia pré-operatória (neo-adjuvante ou de indução) pode ser empregada no estágio III, sendo complementada no pós-operatório. Porém, a quimioterapia prévia tem aumentado a morbidade (TAKAGAKI, 2005; MARTIN *et al.*, 2005).

2.5 Inovações Tecnológicas em Saúde

No moderno cenário tecnológico é notório o crescimento da utilização dos dispositivos móveis que se tornam cada vez mais diversificados, sofisticados e integrados. O uso de *smartphones* por profissionais da área da saúde, bem como do público em geral, vem aumentando exponencialmente (FULLER; JOYNES, 2015).

Os aplicativos direcionados para a saúde atendem a um público diversificado, composto por indivíduos saudáveis, pacientes e profissionais da saúde. De modo geral, os aplicativos móveis e ferramentas de software sob medida são utilizados para ajudar as pessoas a autogerenciar sua saúde, tornando-se uma nova forma de cuidado, prevenção de doenças e orientações visando melhorar sua saúde com comodidade a qual a vida contemporânea requer (GOPAL *et al.*, 2019). De outro modo, tais aplicativos podem também ser utilizados em pacientes hospitalizados durante a reabilitação, se tornando uma importante ferramenta para atender as necessidades das equipes multidisciplinares durante as visitas clínicas ou emergenciais (GARG *et al.*, 2019).

Desta forma, a área da saúde está inovando em tecnologias visando uma nova forma de melhorar a prestação de serviço em que o uso de aplicativos por meio de dispositivos móveis facilitam a consulta aos *guidelines*, auxiliam no diagnóstico e na aplicação de protocolos embasados cientificamente, possibilitando ainda o registro dos dados dos pacientes para fins de acompanhamento e também facilitando a elaboração do prognóstico (BERTUCCI; SORIANO; MIRAMON, 2019).

Tendo como referência as pesquisas citadas acima, a *International Data Corporation* (2018), afirma que há predominância em apenas dois sistemas operacionais na área de aplicações *mobile*: o Android[®] da Google[®] (86,8%) e o iOS[®] da Apple[®] (13,2%). Assim,

verifica-se que os sistemas possuem linguagens de programação próprias que demandam um conhecimento específico sobre suas respectivas ferramentas e arquiteturas (ZBICK *et al.*, 2015).

Uma dessas ferramentas se define *framework* como um código reutilizável que pode ser customizado, especializado ou ampliado para ter capacidades mais específicas e apropriadas. O intuito do React-Native, desenvolvido e disponibilizado pelo Facebook é prover uma base única para o desenvolvimento de aplicações *mobile* usando o conceito de componentes já presente no *framework* de desenvolvimento de interfaces visuais para sites com *Javascript*, o *React*. Em suma, o uso do *React-Native* impõe certas regras de desenvolvimento e em troca permite que desenvolvedores foquem em criar interfaces visuais e a lógica de seus aplicativos em *Javascript*, adaptando o projeto automaticamente para as linguagens de programação específicas (IOANNIS; CHATZIPAVLOU; VLACHOPOULOU, 2018).

Diversas pesquisas para validação dos aplicativos devem ser realizadas, pois esses estudos ajudam a direcionar o aplicativo como alternativa combinada para a adesão ao tratamento. Essas práticas em sua essência apresentam natureza multidisciplinar, pois agregam uma gama de profissionais com propósitos em comum, fornecendo suporte necessário para a ampliação dos conhecimentos de saúde possibilitando a atuação de maneira participativa, responsável, criativa e produtiva em prol do paciente (STREINER; NORMAN; CAIRNEY, 2014).

No estudo de BERTUCCI *et al.* (2019) traz uma revisão de literatura contendo alguns estudos com ensaios clínicos randomizados que validaram a ferramenta empregada, como, por exemplo, o estudo de FREE *et al.* (2011) envolvendo fumantes dispostos a parar de fumar, eles foram divididos em dois grupos, experimental e controle, e por meio de um aplicativo, um grupo recebiam mensagens motivadoras e o outro grupo recebiam mensagens não relacionadas à cessação de fumar. Após 6 meses foi verificado que o programa de cessação do tabagismo melhorou significativamente no grupo experimental que recebeu mensagens de texto periódicas e motivacionais em seus smartphones em comparação com o grupo controle que recebeu mensagens irrelevantes, (10,7% experimental versus 4,9% controle, $p < 0,001$). Desse modo, o estudo foi validado para ser incluso nos serviços de cessação do tabagismo.

3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A predição da função pulmonar pós-operatória é de grande relevância para auxiliar na identificação de pacientes com função pulmonar limítrofe que poderão se beneficiar com a cirurgia de ressecção pulmonar. Porém, não existe nenhum aplicativo capaz de prever o VEF₁ ppo.

Considerando o avanço do atual cenário tecnológico, bem como os recursos computacionais utilizados como ferramenta de suporte para as práticas em saúde, torna-se relevante o desenvolvimento de um aplicativo, com suporte de calculadora, bem como para mensurar os valores preditos pelos testes funcionais (TC6, SWT, TECP) e pela cintilografia de perfusão. Além disso, este aplicativo também poderia ser útil para auxiliar na tomada de decisão quanto à indicação da RP e, adicionalmente, na estratificação do risco cirúrgico de acordo com as recomendações internacionais. Essa ferramenta inovadora visa facilitar a avaliação funcional pré-operatória de Fisioterapeutas Respiratórios e Médicos Cirurgiões Torácicos que atuam na área.

4 PERGUNTA DE PARTIDA

O algoritmo desenvolvido pelo aplicativo será capaz de auxiliar na previsão do VEF1 após o terceiro mês em pacientes submetidos à cirurgia de ressecção pulmonar por CP?

5 HIPÓTESE

O algoritmo desenvolvido pelo aplicativo será capaz de auxiliar na previsão do VEF1 após o terceiro mês de pacientes submetidos à cirurgia de ressecção pulmonar por CP.

6 OBJETIVO

6.1 GERAL

Desenvolver um aplicativo móvel para auxiliar na predição da função pulmonar pós-operatória em pacientes submetidos à cirurgia de RP por CP.

6.2 ESPECÍFICOS

- Desenvolver o algoritmo para calcular os valores preditos pelos testes funcionais (TC6, SWT) e pela cintilografia de perfusão.
- Desenvolver o algoritmo para auxiliar na classificação de risco cirúrgico.
- Validar a ferramenta para previsão do VEF₁ ppo em uma amostra de pacientes submetidos à cirurgia de RP por CP.
 - Descrever as características da amostra estudada.
 - Avaliar o VEF₁ e o TC6, no pré-operatório (real e predito) e com um mês e três meses após a RP.
 - Estratificar o risco cirúrgico dos pacientes avaliados a partir do aplicativo proposto.
 - Correlacionar o VEF₁ppo obtido pelo aplicativo com o VEF₁ real, obtido pela espirometria, após três meses da cirurgia de RP.

7 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi dividido em duas Etapas:

1ª Etapa: Desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar na avaliação pré-operatória da função pulmonar e da capacidade funcional de pacientes submetidos a cirurgia de RP por CP.

2ª Etapa: Estudo de coorte, retrospectivo para validação do aplicativo FELC (*Functional Evaluation of Lung Cancer*) para avaliação funcional pré-operatória nas ressecções pulmonares.

7.1 Primeira Etapa

7.1.2 Tipo de estudo e Local do estudo

Trata-se de um estudo de desenvolvimento tecnológico, realizado no período de abril de 2017 a abril de 2019.

O aplicativo FELC foi desenvolvido no Laboratório de Inovação Tecnológica (LIT) no Centro Universitário Christus (Fortaleza - CE).

7.1.3 Desenvolvimento do aplicativo

Antes do desenvolvimento do aplicativo foi realizado uma pesquisa de mercado e busca nas bases de dados científicas. Não foi encontrado nenhum aplicativo presente nos idiomas português, inglês ou espanhol para previsão da função pulmonar após a RP.

A equipe responsável pela criação do aplicativo foi composta por três Fisioterapeutas, um Médico Cirurgião Torácico, Professor da área da computação e por um Analista de Sistemas, um Programador e um Designer Gráfico.

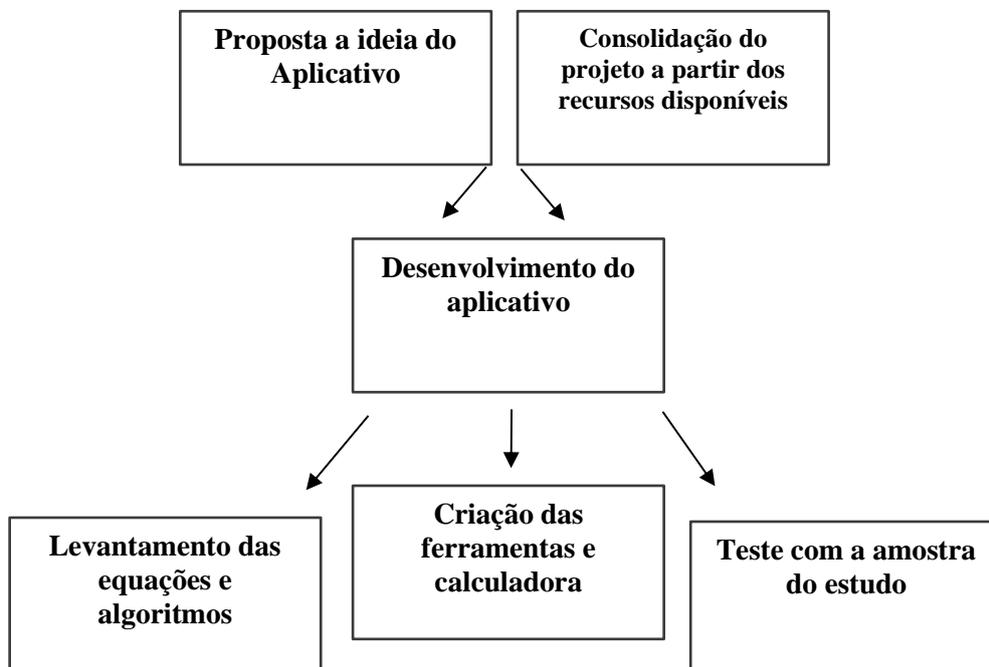
A integração da equipe multidisciplinar visou produzir uma aplicação útil e válida baseada nas necessidades dos usuários finais identificada a partir da expertise dos profissionais envolvidos. Nesse contexto, optou-se por utilizar a metodologia Co-Design, em uma versão adaptada. O desenvolvimento do aplicativo seguiu as cinco fases propostas por esse modelo MILLARD; HOWARD; GILBERT, 2009).

I. Escopo - Nesta fase, a visão geral dos objetivos da aplicação foi definida.

- II. Compreensão compartilhada - A equipe multidisciplinar compartilhou as experiências relacionadas aos tipos de tecnologias semelhantes existentes, a bibliografia disponível de base para a implementação do aplicativo.
- III. *Brainstorming* - Foi criado um ambiente de discussão com os *stakeholders* sobre as ideias para o aplicativo, a partir do esboço das telas e dos meios de interação disponíveis;
- IV. Refinamento - Geração dos modelos computacionais dos recursos da aplicação, originando a criação dos algoritmos da aplicação móvel;
- V. Implementação - Após o detalhamento da construção, iniciou-se o desenvolvimento do aplicativo com entregas incrementais e ajustes necessários.

Para a criação do aplicativo FELC (Functional Evaluation of Lung Cancer) foi elaborado um algoritmo baseado no método de contagem de segmento anatômico de acordo com a ACCP (2013) para a criação da ferramenta do VEF1ppo, bem como para a realização dos cálculos dos valores preditos pelos testes funcionais (Figura 3).

Figura 3 - Algoritmo do protocolo do estudo referente à 1ª Etapa



O aplicativo foi desenvolvido para os sistemas operacionais Android e iOS, com código específico e único. Os programadores utilizaram as ferramentas distintas para cada sistema operacional, fazendo uso da linguagem *Javascript*, através do *framework React-Native*. Com objetivo de melhorar a acessibilidade, optou-se que o mesmo funcionasse de forma off-line e por meio da utilização de uma plataforma chamada *Firebase Realtime Database*, local onde os

dados são todos enviados para este servidor sempre que o dispositivo possuir uma conexão com a internet, após o seu *download* via *web*. Isso faz com que o aplicativo funcione independentemente da conexão com a internet.

Esse arquivamento no servidor permite que os administradores do aplicativo consultem todos os dados de forma estruturada, sempre que necessário.

7.1.3.1 Ferramenta elaborada para previsão do VEF_{1ppo}

Para o desenvolvimento dessa ferramenta foi utilizada a equação do método de contagem de segmento anatômico baseado na ACCP (2013) necessária para a realização do cálculo da função pulmonar residual que prediz valores de pós-operatório após RP.

No cálculo do método de contagem de segmento anatômico é inserido o valor de VEF_1 pré-operatório obtido pela espirometria e a aérea pulmonar (número de segmento pulmonar) que será ressecada pela cirurgia. O pulmão é dividido da seguinte forma: (lobo superior direito = 3, lobo médio = 2, lobo inferior direito = 5, lobo superior esquerdo = 3 da divisão superior + 2 da línula e lobo inferior esquerdo = 4), dessa maneira, foi desenvolvida no aplicativo a ferramenta para a previsão do VEF_{1ppo} (BRUNELLI *et al.*, 2013).

✓ Para Lobectomia foram utilizadas as seguintes equações: (ACCP, 2013)

- $VEF_1 ppo = VEF_1 \text{ pré-operatório} \times (1 - y/z)$
- $DLCO ppo = DLCO \text{ pré-op} \times (1 - y/z)$

(y = número de segmentos broncopulmonares removidos e $z = 19$ número de segmentos do pulmão).

✓ Para Pneumectomia foram utilizadas as seguintes equações (ACCP, 2013)

- $VEF_1 ppo = VEF_1 \text{ pré-operatório} \times (1 - FP)$
- $DLCO ppo = DLCO \text{ pré-op} \times (1 - FP)$

(FP = fração de perfusão do pulmão a ser ressecado)

7.1.3.2 Ferramenta elaborada para calcular os valores preditos obtidos pelos testes funcionais e pela cintilografia de perfusão

Para a obtenção dos valores preditos para os testes funcionais (TC6, SWT e ergoespirometria) e pela cintilografia de perfusão foram inseridas no aplicativo as seguintes fórmulas:

Para o TC6 (IWAMA *et al.*, 2009):

- $TC6 = 622,461 - (1,846 \times \text{idade (anos)}) + (61,503 \times \text{gênero})$
homem =1, mulher =0

✓ Para o SWT (DOURADO *et al.*, 2013):

- $SWT (\text{predito}) = 347,7 - (7,2 \times \text{idade (anos)}) - (3 \times \text{peso (kg)}) + (472,3 \times \text{altura (m)}) + (137,2 \times \text{gênero})$
homem =1, mulher = 0.

✓ Para o VO₂máx (MORRIS *et al.*, 1991):

- $VO_2\text{máx} = (16,6 - (0,16 \times \text{idade})) \times 3,5$ para homens
- $VO_2\text{máx} = 44 - (0,31 \times \text{idade})$ para mulheres

✓ Para a cintilografia de perfusão (ATS, 2001).

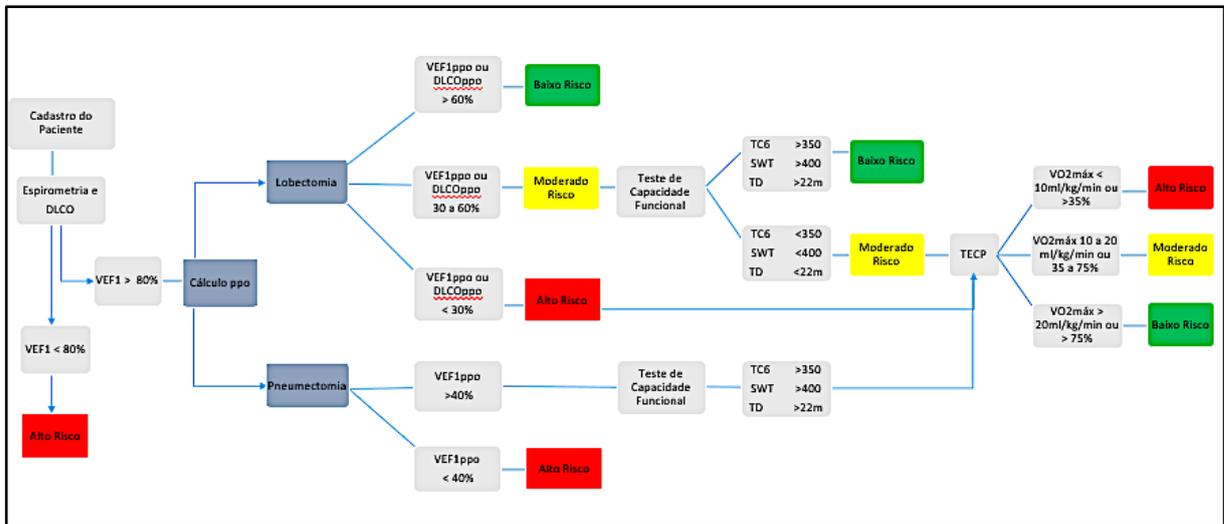
- $(VEF_1 \text{ ppo}) = VEF_1 \text{ pré} \times (1 - \text{fração de perfusão total do pulmão ressecado})$

*Na presença de função pulmonar limítrofe o aplicativo direcionará para a necessidade da indicação da cintilografia de perfusão. Vale ressaltar que este exame é indicado principalmente para pacientes candidatos à pneumectomia com função pulmonar limítrofe.

7.1.3.3 Ferramenta para estratificação do risco cirúrgico

A ferramenta para estratificação do risco cirúrgico foi desenvolvida de acordo com a ACCP (2013) ERS e BTS (2001) (Figura 4).

Figura 4 - Algoritmo do aplicativo para avaliação funcional pré-operatória em pacientes submetidos à RP.



Abreviaturas: VEF₁(volume expiratório final no primeiro segundo); ppo (predito para pós-operatório); TECP (teste de exercício cardiopulmonar); TC6 (teste de caminhada seis minutos); SWT (*Shuttle Walking Test*); VO₂máx (consumo máximo de oxigênio).

De acordo com o algoritmo do estudo (Figura 4), para a realização da pneumectomia, pacientes que apresentem o VEF₁ de 80% ou 2,0 L no pré-operatório são classificados como baixo risco para a realização da RP. Porém, caso o VEF₁ esteja abaixo de 80% será necessária à realização da cintilografia de perfusão. Se a porcentagem de perfusão do pulmão remanescente (baseado por meio do cálculo do VEF₁ ppo) for maior que 40%, o paciente é considerado moderado risco.

Se o VEF₁ estiver menor que 2,0 L também será indicada a cintilografia de perfusão. Caso o valor da porcentagem do pulmão remanescente pela cintilografia (baseado por meio do cálculo do VEF₁ ppo) esteja menor que 40%, ficará a critério da equipe envolvida a indicação do SWT. Uma distância percorrida pelo SWT < 250m indica alto risco para a realização da RP e uma distância percorrida pelo SWT > 250m classifica o paciente como moderado risco, indicando como avaliação complementar o TECP. Pacientes que apresentem o VO₂máx <15 ml/kg/min são classificados como alto risco e com o VO₂máx >15 ml/kg/min são classificados como risco moderado.

Pacientes candidatos a lobectomia que apresentem um valor de VEF₁ ppo ou DLCO ppo >60% são considerados aptos para o procedimento de RP, apresentando baixo risco para a cirurgia. Porém, quando o VEF₁ ppo ou DLCO ppo obtido estiverem entre 30 a 60%, os pacientes devem ser submetidos ao teste de capacidade funcional (SWT ou TD ou TC6). Pacientes que alcançarem uma distância percorrida >400 metros no SWT, ou maior que 22

metros no TD ou maior que 350 metros no TC6 são considerados de baixo risco para a realização da RP e não necessitam de avaliação adicional.

Se o paciente obtiver um VEF_1 ppo < 30% ou uma distância percorrida pelos testes de capacidade funcional abaixo do esperado (SWT < 400 metros, TD < 22 metros ou TC6 < 350 metros), o mesmo deverá ser submetido ao TECP. Caso o paciente apresente o $VO_{2m\acute{a}x}$ > 20ml/kg/min ou > 75% será considerado baixo risco, se obtiver o $VO_{2m\acute{a}x}$ entre 10 a 20ml/kg/min ou 35 a 75%, considera-se risco moderado e caso obtenha o $VO_{2m\acute{a}x}$ < 10 ml/kg/min ou < 35% é classificado como alto risco.

7.2 Segunda etapa: Validação do aplicativo de avaliação funcional pré-operatória para RP

7.2.1 Tipos - Período de Estudo – Local

Após a elaboração da versão revista do protótipo pelos *experts* foi possível proceder a avaliação em uma situação real. Na segunda etapa, foi realizada uma pesquisa do tipo coorte, tendo como base um banco de dados, oriundo da tese de Doutorado da Profa Dra Ingrid Correia Nogueira coletados no Hospital Dr. Carlos Alberto Studart Gomes – Hospital de Messejana (HM), localizado na cidade de Fortaleza-Ceará-Brasil, contendo dados de pacientes com diagnóstico de CA que realizaram a cirurgia de RP no período de agosto de 2012 a agosto de 2016 e que foram acompanhados pela Cirurgia Torácica do HM.

7.2.2 População e Amostra

A amostra foi composta de pacientes com CP elegíveis para a cirurgia de RP, acompanhados pelo ambulatório de cirurgia torácica do HM. Esses pacientes foram avaliados no pré-operatório e reavaliados ao final de 30° e 90° dias da RP, por meio de testes funcionais tais como a espirometria e o TC6, perfazendo um total de 50 pacientes. Posteriormente, tais informações foram inseridas no aplicativo para calcular o VEF_1 ppo e a distância predita pelo TC6.

7.2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram inclusos pacientes que realizaram a cirurgia de RP por CP, independente do gênero, com faixa etária acima de 20 anos e inferior a 70 anos e que foram acompanhados até o 3º mês após a cirurgia. Todos os pacientes que participaram da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram excluídos pacientes com problemas ortopédicos, distúrbios auditivos, cognitivos, ou outras condições que limitaram a realização dos testes de espirometria e do TC6. Foram suspensos da pesquisa pacientes que apresentaram durante a realização dos testes eventos cardiovasculares importantes, tais como arritmias, além de desconforto respiratório importante com redução da saturação de pulso de oxigênio (SpO₂) < 88%.

7.3 Instrumentos e Medidas

7.3.1 Ficha de Avaliação Clínica

A ficha de avaliação clínica foi composta pelos dados pessoais dos pacientes, diagnóstico clínico, presença de comorbidades, história de tabagismo, carga tabágica, tempo de fumo, meses de cessação, tipo de cirurgia e estadiamento cirúrgico. As avaliações foram realizadas em três momentos distintos, no pré-operatório e no pós-operatório (primeiro e terceiro) mês da cirurgia de RP.

- Fase - PRÉ-OPERATÓRIA

Os pacientes envolvidos no estudo foram submetidos a uma avaliação clínica inicial. Em seguida, foram realizados os testes de avaliação da função pulmonar através da espirometria e do nível funcional de exercício pelo TC6. Estas avaliações foram realizadas no Hospital Dr. Carlos Alberto Studart Gomes.

Os pacientes foram informados dos procedimentos e do tempo necessário para a realização do protocolo. Tais informações foram utilizadas pelo aplicativo para calcular o VEF₁ppo, a distância predita pelo TC6 e a estratificação de risco cirúrgico.

- Fase - PÓS-OPERATÓRIO (1º MÊS) e o (3º MÊS)

Após o primeiro e o terceiro mês da cirurgia de RP os pacientes foram submetidos à avaliação clínica, mensuração do VEF₁, CVF e TC6

7.3.2 Espirometria

A função pulmonar foi mensurada através do espirômetro *Respiradayne II Plus®*, no período matinal. O teste seguiu as normas das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar, descritas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT, 2002). Para realização do teste, o indivíduo permaneceu sentado, cabeça em posição neutra, sem flexão no pescoço, utilizando um clipe nasal para evitar o vazamento de ar. As medições incluíram volume expiratório final (VEF_1), a capacidade vital forçada (CVF), índice de Tiffeneau (VEF_1 / CVF), e os resultados foram comparados com os valores normais anteriormente publicados (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007). O teste de espirometria foi realizado de maneira a obter-se três manobras aceitáveis, sendo duas delas reprodutíveis. Os resultados obtidos foram expressos em valores absolutos e em percentual do previsto.

7.3.3 Teste da Caminhada de Seis Minutos

O teste foi realizado conforme padronização ATS (2002). Resumidamente, os pacientes foram orientados a caminhar o mais rapidamente possível, em um corredor de 30m e superfície plana e sem tráfego, demarcado por cones sinalizadores. Eles foram instruídos a reduzir a velocidade ou interromper o teste até recuperação caso apresentem dispneia ou outro desconforto limitante. Frases de incentivo padronizadas foram repetidas a cada minuto, a fim de que os pacientes deambulem o mais rápido possível durante o teste. O desempenho foi avaliado pela distância percorrida. Foram mensurados antes e após o teste a pressão arterial (PA), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), saturação de oxigênio ($SatO_2$) e *Borg*, escala que avalia a dispneia e a fadiga dos membros inferiores. Apenas a FC e a $SatO_2$ foram monitoradas no terceiro minuto (antes e após cada teste), que foi conduzido por um investigador treinado (ATS, 2002).

7.4 Análise Estatística

Os dados foram tabulados no software Statistical Package for the Social Sciences no qual foram analisados adotando uma confiança de 95%. Foram expressas as médias e desvio-padrão de cada uma das aferições. Essas medidas foram submetidas ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e comparados pelo teste de t pareados. Adicionalmente, utilizou-se a

correlação de Pearson para correlacionar as medidas nos dois momentos, e verificou-se o erro sistemático das aferições por meio do cálculo do coeficiente de correlação interclasse.

7.5 Aspectos Éticos

Em obediência ao estabelecido pela resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde/ Ministério da Saúde BRASIL (1996), critérios éticos foram atendidos, de maneira que, a fase de coleta de dados teve início somente após a aprovação no comitê de ética, sob número e parecer 247.552/2013.

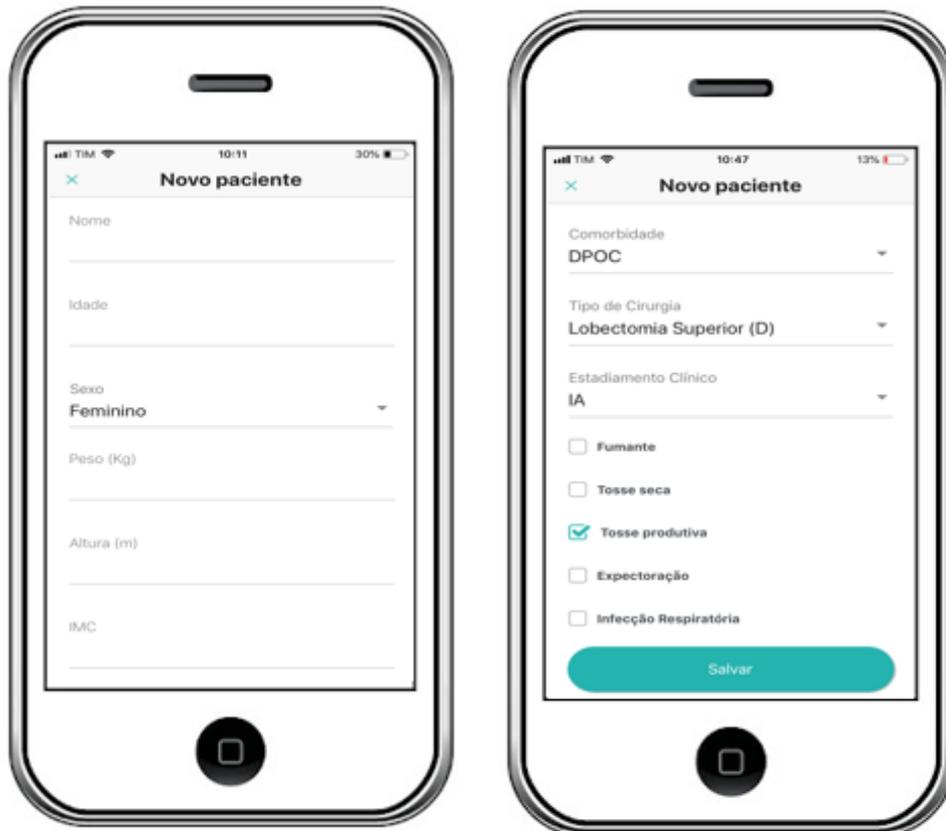
Antes de iniciar a pesquisa com esses pacientes foram realizados esclarecimentos acerca do propósito do estudo e da conduta ética adotada pelo pesquisador, inclusive para resguardar a privacidade e assegurar o total anonimato aos informantes. A anuência de participação dos informantes foi registrada no termo de consentimento livre e esclarecido.

8 RESULTADOS

8.1 Resultado das Telas

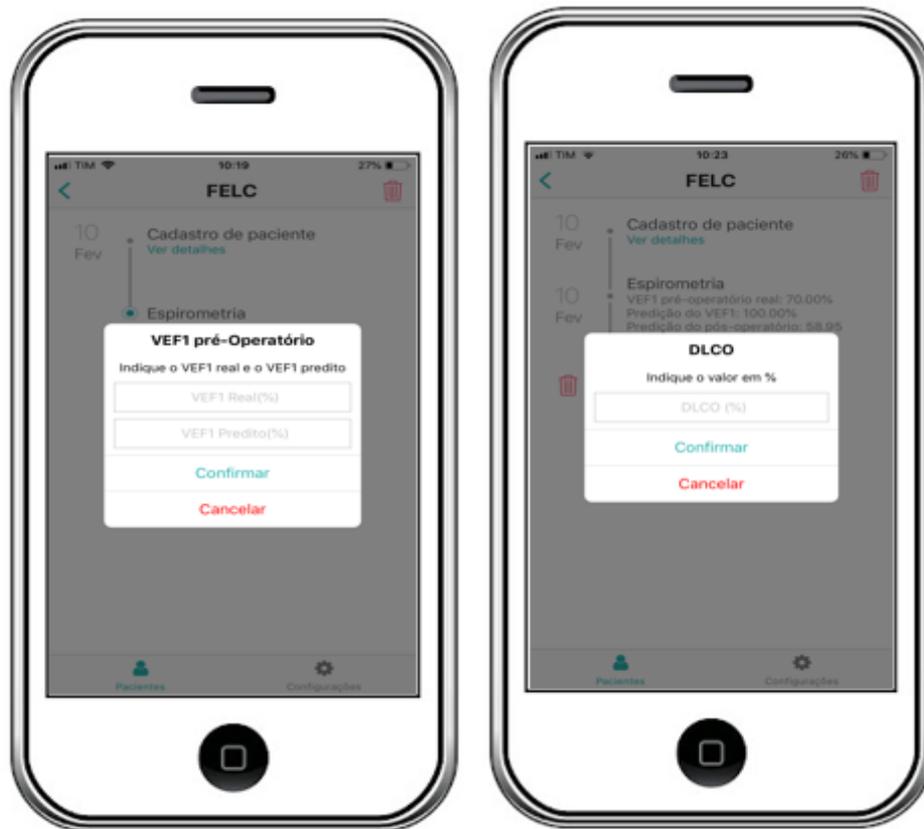
Para facilitar o entendimento da inovação, foram descritas as características do aplicativo e seu funcionamento com as respectivas telas. Foram criadas as versões do aplicativo para os sistemas operacionais Android® e iOS®. O usuário deve inserir os dados do seu paciente (nome, idade, sexo, altura e peso) na tela inicial para gerar o cadastro. O usuário pode incluir dados referentes a presença de comorbidades, presença de tabagismo (anos/maço), e o tipo de RP (lobectomia superior, média e inferior direita ou esquerda, pneumectomia direita ou esquerda bilobectomia superior e média ou média e inferior direito, bilobectomia superior e inferior esquerda). Em seguida o usuário seleciona a opção do estadiamento cirúrgico do CP (Figura 5).

Figura 5 - Tela inicial de cadastro dos pacientes no aplicativo FELC.



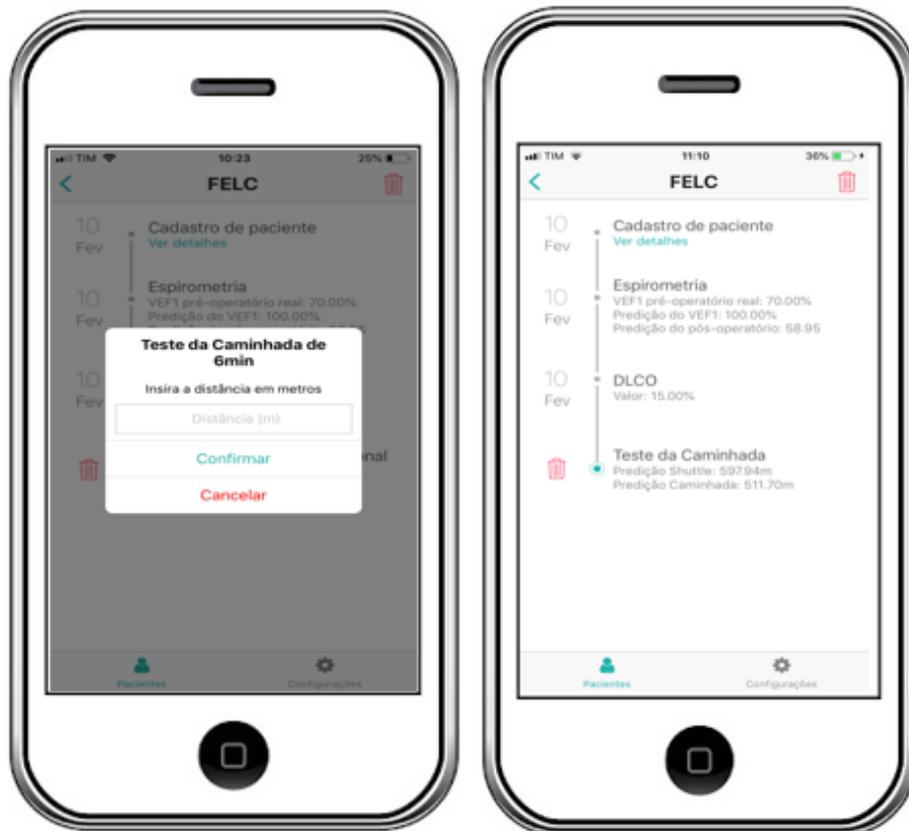
Após salvar o cadastro, o aplicativo segue para a tela, a qual aparece uma lista de pacientes já salvos anteriormente, após identificar o paciente a ser avaliado o aplicativo segue para avaliação da espirometria e DLCO (Figura 6).

Figura 6 - Tela de Avaliação do VEF₁ pré-operatória (espirometria)



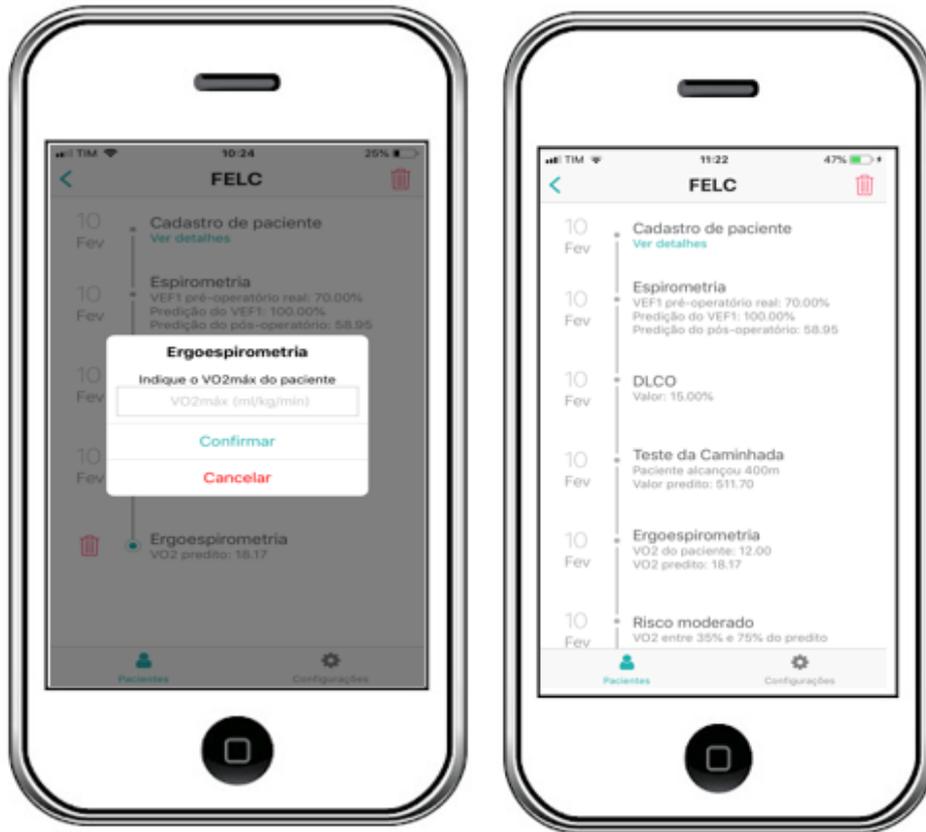
Com a obtenção do tipo de cirurgia e com o resultado do valor percentual do volume expiratório final no primeiro segundo (VEF1%) obtido pela espirometria no pré-operatório, o aplicativo irá calcular o valor percentual de VEF1%ppo. Após alimentar o aplicativo com essas informações, o *software* irá realizar um cálculo baseado no método contagem de segmento anatômico, auxiliando assim na predição da função pulmonar ppo (VEF₁%ppo). Em seguida, é aberta uma terceira tela que permite o cálculo dos valores preditos pelos testes funcionais (TC6, SWT). No exemplo selecionado o valor predito para o TC6 foi calculado a partir da equação de Iwana (2009), utilizada no aplicativo: $TC6 = 622,461 - (1,846 \times idade) + (61,503 \times \text{gênero})$, homem=1, mulher=0 (Figura 7).

Figura 7 - Tela de Avaliação do TC6



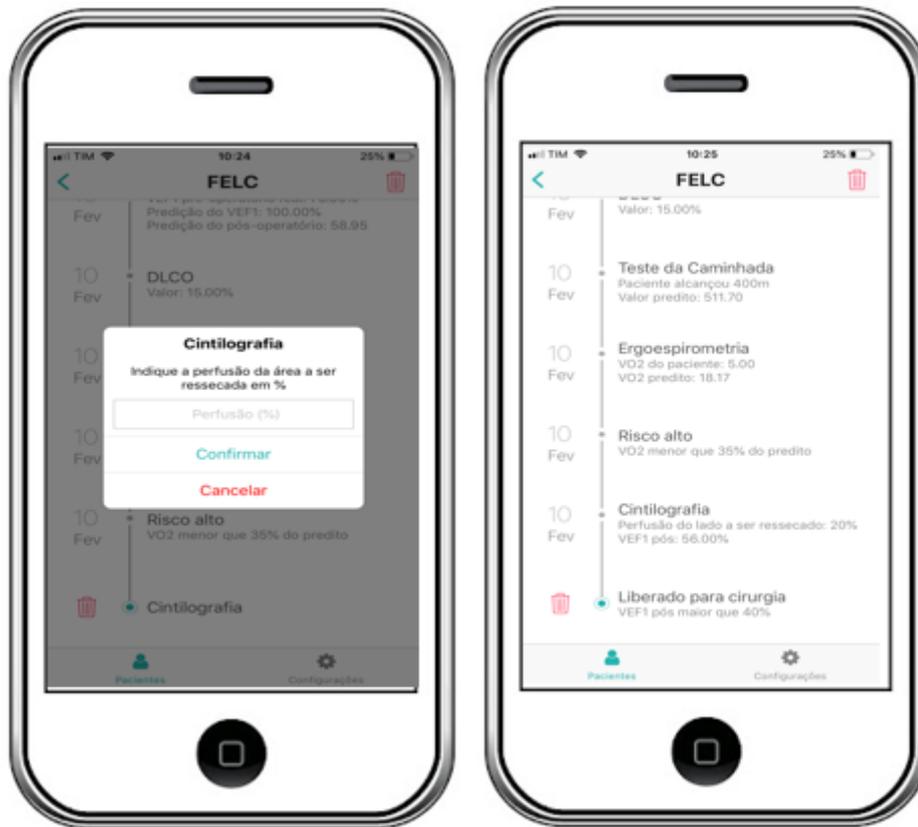
Posteriormente, o aplicativo abre uma janela, em que o usuário insere o valor do resultado do VO_2 máx, obtido por meio do teste cardiopulmonar (TECP) o qual fornece dados sobre o desempenho cardiovascular durante o esforço. Este teste é considerado de grande relevância para o prognóstico, e influencia diretamente na tomada de decisão relacionada a indicação cirúrgica em pacientes com função pulmonar limitrofe (Figura 8).

Figura 8 - Tela de Avaliação para VO₂máx (Ergoespirometria)



O aplicativo também possui uma ferramenta para calcular a função pulmonar ppo por meio da cintilografia de perfusão pulmonar baseada na ACCP (2013), a partir da utilização da seguinte equação: $VEF_{1ppo} = VEF_{1pré-operatório} \times (1 - \text{fração de perfusão do pulmão a ser ressecado})$ (Figura 9).

Figura 9 - Tela de Avaliação para Cintilografia



Dessa forma, o aplicativo apresenta o valor do $VEF_1\%ppo$ e a da classificação de risco baseada nos testes funcionais, auxiliando na avaliação funcional pré-operatória.

8.2 Características gerais da amostra

Na segunda fase do estudo, foi analisado um banco de dados composto por 50 pacientes com CP que realizaram cirurgia de RP. As características gerais e clínicas da amostra estão descritas na (Tabela 2).

Tabela 2 - Características da amostra de 50 pacientes com câncer de pulmão que realizaram ressecção pulmonar.

Variáveis	Média±DP
Idade, anos *	58,94 ± 11,24
Gênero	
Masculino n° (%)	21 (42)
Feminino n° (%)	29 (58)
IMC (kg/m ²) *	25,70 ± 3,84
Etilismo	
Sim n (%)	4 (8)
Não n (%)	46 (92)
Sedentarismo	
Sim n (%)	40 (80)
Não n (%)	10 (20)
Tabagismo atual	
Sim n (%)	4 (8)
Não n (%)	46 (92)
Tabagismo pregresso	
Sim n (%)	38 (76)
Não n (%)	11 (22)
Cessação de Fumo (meses) *	79,9 ± 121,07
Anos/maço*	38,4 ± 15
Pneumopatia prévia	
Sim n (%)	10 (20)
Não n (%)	40 (80)
Comorbidades (DM, HAS, Cardiopatia)	
Sim n (%)	28 (56)
Não n (%)	22 (44)

* DM: Diabetes Mellitus, HAS: Hipertensão Arterial Sist mica, IMC:  ndice de Massa Corpórea; n: número de indivíduos; %: porcentagem; DP: desvio padrão. Fonte: Banco de dados dos pacientes da presente pesquisa.

Entre os 50 pacientes da amostra, 29 (29/50; 58%) eram do g nero feminino e 21 (21/50; 42%) do g nero masculino, com idade média de 58,94 ± 11,24 anos. A média do IMC foi de 25,70 + 3,84 Kg/m². Quanto ao etilismo e ao sedentarismo, 46 (46/50; 92%) não consumiam bebida alcoólica e 40 (40/50; 80%) eram sedentários.

Trinta e oito pacientes (38/50; 76%) referiram consumo de tabaco e apenas 11 (11/50; 22%) não eram tabagistas ou ex-tabagistas. A carga tabágica foi de 38,44 ±15,02 anos/maço, com o tempo de fumo de 36,47 ± 12,66 (anos) e a média da cessação de fumo foi de 79 ± 121,07 (meses). Ao serem questionados sobre a presença de sintomas respiratórios 31 (31/50; 62%) referiram apresentar tais sintomas e 10 (10/50; 20%), já haviam recebido diagnóstico prévio de pneumopatia.

O nível de escolaridade encontrado foi baixo, sendo 12 participantes (12/50; 24%), eram analfabetos, 12 (12/50; 24%) possuíam o ensino fundamental incompleto e 12 (12/50; 24%) concluíram apenas o ensino fundamental. O grau de escolaridade dos demais participantes encontra-se disponível na tabela seguinte (Tabela 3).

Tabela 3 - Grau de escolaridade da amostra

Escolaridade	n (%)
Analfabeto	12 (24)
Ensino fundamental incompleto	12 (24)
Ensino fundamental completo	12 (24)
Ensino médio incompleto	1 (2)
Ensino médio completo	9 (18)
Ensino superior incompleto	2 (4)
Ensino superior completo	2 (4)

n: número de indivíduos; %: porcentagem. Fonte: Banco de dados dos pacientes da presente pesquisa.

No que diz respeito ao tipo de ressecção pulmonar, 41 (41/50; 82%) foram submetidos à cirurgia de lobectomia, sendo, 30 (30/50; 60%) realizadas de forma convencional (aberta). Apenas 5 (05/50; 10%) pacientes foram submetidos a quimioterapia neoadjuvante e 2 (02/50; 4%) pacientes realizaram radioterapia neoadjuvante. Quanto ao estadiamento, 46 (92%) apresentavam estádios I e II (Tabela 4).

Tabela 4 - Procedimentos cirúrgicos realizados nos 50 pacientes da amostra

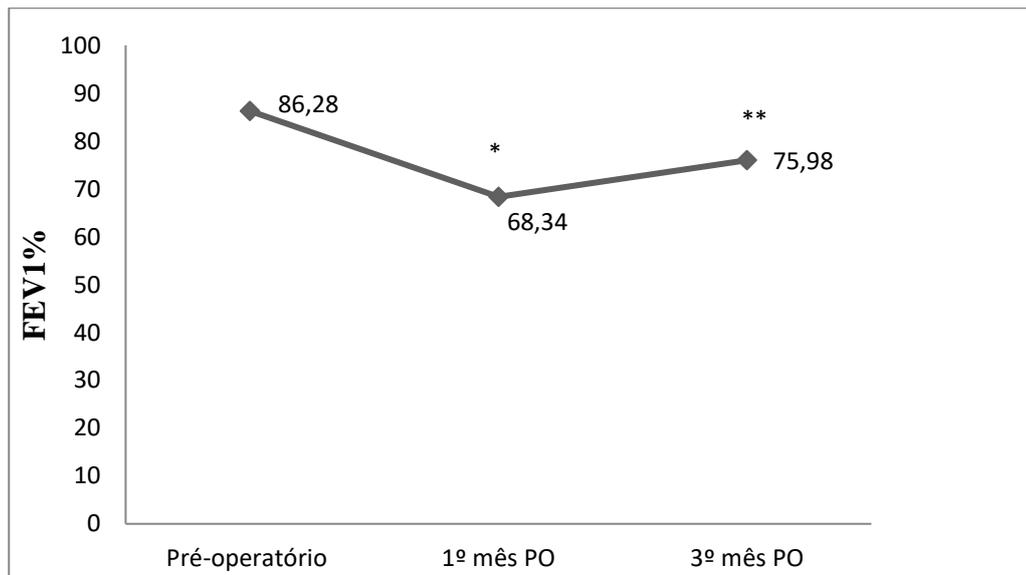
Cirurgia	n (%)	
Tipo de Ressecção	Lobectomia	41 (82)
	Bilobectomia	4 (8)
	Pneumectomia	5 (10)
Tipo de Abordagem	Aberta	30 (60)
	CTVA*	20 (40)
Quimioterapia	Neoadjuvante	5 (10)
	Adjuvante	11 (22)
Radioterapia	Neoadjuvante	2 (4)
	Adjuvante	0 (0)
Estadiamento	IA	13 (26)
	IB	11 (22)
	IIA	13 (26)
	IIB	09 (18)
	IIIA	2 (4)
	IIIB	1 (2)
	IV	1 (2)

* CTVA: Cirurgia Torácica Vídeo Assistida; n: número de indivíduos; %: porcentagem. Fonte: Banco de dados dos pacientes da presente pesquisa.

8.3 Resultado das Análises

Em relação à função pulmonar foram analisados os valores do VEF₁ e da CVF. Os valores do VEF₁ expresso no pré-operatório e ao final do primeiro e terceiro mês de pós-operatório foram 86,28% ± 18,80, 68,34% ± 15,46 e 75,98% ± 16,21, respectivamente. Verificou-se uma redução de 20,8% no valor do VEF₁ após o primeiro mês de PO em relação ao pré-operatório (p = 0,000). Do primeiro ao terceiro mês houve um acréscimo de 11,1% na função pulmonar em relação ao VEF₁ (p = 0,000). Ao comparar o VEF₁ após o terceiro mês de PO ao VEF₁ obtido no pré-operatório, foi constatada uma redução de 12% (p = 0,000). (Figura 10).

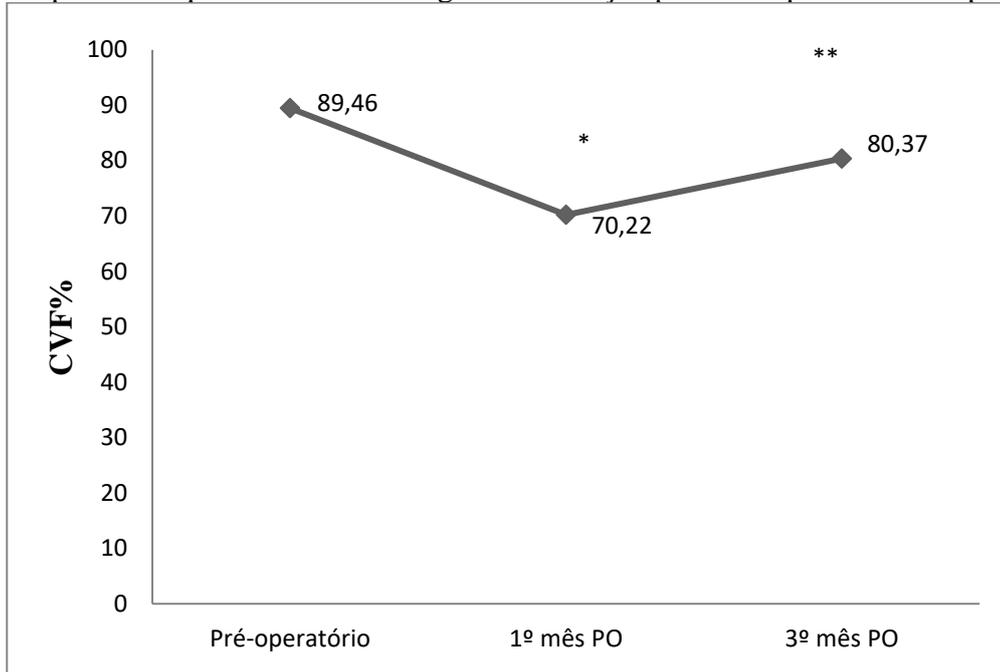
Figura10 - Evolução da função pulmonar por meio da mensuração do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁%) em pacientes submetidos à cirurgia de ressecção pulmonar por câncer de pulmão.



VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; PO: pós-operatório; (p<0.05). *p<0.001 vs pré-operatório; **p<0.001 vs pré-operatório e 1 mês pós-operatório

Os valores da CVF obtidos no pré-operatório e ao final do primeiro e terceiro mês de pós-operatório foram 89,46% ± 16,35, 70,22% ± 16,31 e 80,37% ± 15,30, respectivamente. Ao comparar os valores obtidos no pré-operatório com o primeiro mês, houve uma redução de 21,5% (p = 0,000). Já do primeiro mês para o terceiro mês houve um acréscimo de 14,4% (p = 0,000). Ao comparar CVF após o terceiro mês de PO foi constatado uma redução de 10,1% em relação ao pré-operatório (p = 0,000), não retornando aos valores obtidos na avaliação pré-operatória (Figura 11).

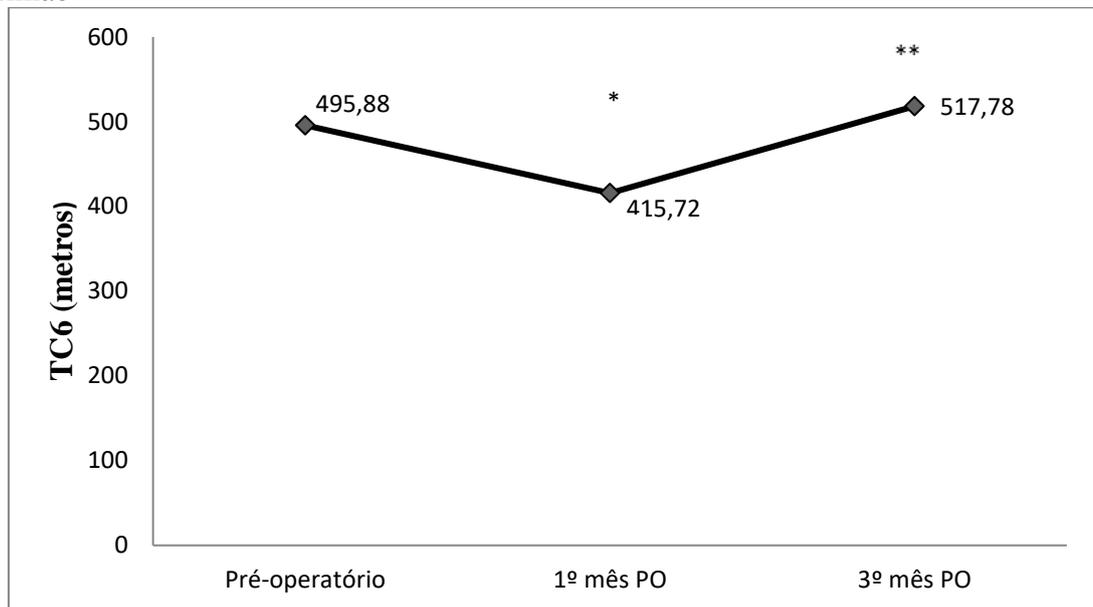
Figura 11 - Evolução da função pulmonar através da mensuração da capacidade vital forçada (CVF) em pacientes que realizaram cirurgia de ressecção pulmonar por câncer de pulmão



CVF: capacidade vital forçada; PO: pós-operatório; ($p < 0,05$). * $p < 0,001$ vs pré-operatório; ** $p < 0,001$ vs pré-operatório e 1 mês pós-operatório

Quanto aos valores da distância percorrida durante o TC6, no período pré-operatório foi de $495,88 \pm 104,16$ metros. Após um mês da cirurgia decresceu 16,16%, com o valor de $415,72 \pm 92,27$ metros ($p = 0,001$). Entretanto no terceiro mês, os pacientes apresentaram um incremento de 4,4% na distância percorrida, perfazendo uma média de $517,78 \pm 93,1$ metros ($p = 0,001$) alcançado valores superiores aos da avaliação pré-operatória (Figura 12).

Figura 12 - Evolução da distância percorrida através do teste de caminhada de seis minutos dos pacientes submetidos à cirurgia de ressecção pulmonar por câncer de pulmão



TC6: teste de caminhada de seis minutos; p: diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$); * $p < 0,001$ vs pré-operatório; ** $p < 0,001$ vs pré-operatório e 1 mês pós-operatório

O aplicativo FELC foi capaz de calcular o valor predito do TC6 a ser percorrido para cada paciente da amostra, sendo obtido a seguinte média dos participantes na distância percorrida, $539,07 \pm 37,91$. Não houve diferença estatisticamente significativa quando comparado o valor predito do TC6 pelo aplicativo com o valor alcançado ao final do terceiro mês ($517,78 \pm 93,11$ metros). Além disso, encontrou-se uma excelente reprodutibilidade do método, mensurada por meio do coeficiente de correlação intraclasse ($r = 0,534$, $p = 0,001$, CCI = $0,550$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Ferramenta do aplicativo para calcular o valor predito a ser percorrido

	Média ± DP	Correlação de Pearson			
		p-Valor ^a	p-Valor ^b	r ^c	CCI ^d
TC6 (app)	539,07±37,91	-	-	-	-
TC6 (pré)	495,88±104,16	0,001	<0,001	0,555	0,526
TC6 (PO1)	415,72±92,27	<0,001	<0,001	0,526	0,540
TC6 (PO3)	517,78±93,11	0,063	<0,001	0,534	0,550

Dados expressos em forma de média±DP. ^aTeste t pareado, ^bCorrelação de Pearson; ^cCoefficiente de correlação de Pearson; ^dCoefficiente de Correlação intraclasse.

Quanto a classificação de risco apresentada pelo aplicativo para cirurgia de RP, 29 (29/50;58%) foram classificados como baixo risco, 20(20/50;40%) como risco moderado e 1(1/50;2%) como alto risco para cirurgia de ressecção pulmonar (Tabela 6).

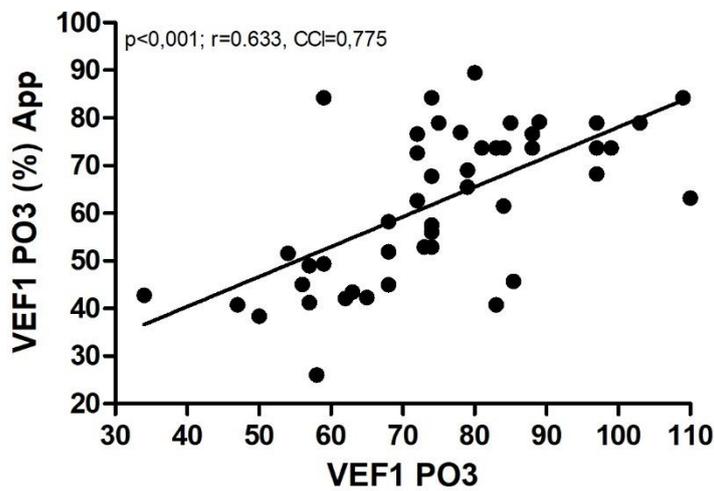
Tabela 6 - Classificação de risco para cirurgia de RP apresentada pelo aplicativo.

Classificação de Risco	% (n)	média±DP	95%IC Inferior/Superior
Baixo	58 (29)	86 (±1,49)	83,53 – 89,41
Moderado	40 (20)	64 (±2,22)	59,66 – 68,37
Alto	2 (1)	55 (±0,00)	55,66 – 55,66

n: número de indivíduos; %: porcentagem; DP: desvio padrão; IC: Intervalo de Confiança. Fonte: Banco de dados dos pacientes da presente pesquisa.

Ao utilizar a equação da contagem de segmentos, o aplicativo foi capaz de calcular o valor da função pulmonar do VEF₁ppo, obtendo um valor de VEF₁ de 62,98% ±16,08 predito pelo aplicativo, próximo ao valor real do VEF₁% obtido ao final do 3º mês de PO, sendo 75,98% ±16,21. Dessa forma, o aplicativo foi capaz de prever em 63,3% dos pacientes o VEF₁ do PO3.

Desse modo foi encontrado uma boa correlação do valor do VEF₁ppo obtido por meio do aplicativo com o parâmetro real (VEF₁) mensurado pela espirometria após o 3º mês da RP ($r = 0.633$, $p = 0,001$, $CCI = 0,775$). (Figura 13)

Figura 13 - VEF₁ppo pelo aplicativo em comparação com o VEF₁ppo após o 3º mês.

VEF₁: volume expiratório final após o primeiro segundo; PO3: terceiro mês de pós-operatório; App: aplicativo.

9 DISCUSSÃO

No presente estudo, foi desenvolvido o aplicativo FELC (Functional Evaluation of Lung Cancer) que se mostrou útil para auxiliar na avaliação pré-operatória de pacientes com CP candidatos à RP.

A ferramenta para mensuração do VEF₁ppo mostrou-se confiável para auxiliar na predição da reserva funcional após à RP, bem como no direcionamento do usuário para a utilização de um algoritmo padronizado, tendo como base as diretrizes internacionais, facilitando assim a tomada de decisão clínica e o planejamento cirúrgico.

Essa ferramenta apresentou uma boa correlação do valor do VEF₁ppo obtido por meio do aplicativo com o parâmetro real (VEF₁) mensurado pela espirometria após o 3º mês da RP, bem como uma excelente reprodutibilidade do método. O aplicativo também poderá ser utilizado para auxiliar na estratificação de risco cirúrgico e para calcular os valores preditos para os testes funcionais.

Para obtenção do VEF₁ppo e do DLCO_{ppo} é necessário conhecer a extensão da RP e a reserva funcional pulmonar pré-operatória (VEF₁ e/ou DLCO), sendo esta inversamente proporcional com a mortalidade e com as complicações pulmonares no pós-operatório (DEGANI-COSTA *et al.*, 2014). A RP continua sendo padrão ouro para o tratamento curativo de câncer de pulmão. Porém as taxas de morbimortalidade desta modalidade terapêutica ainda são altas. Reconhecer os pacientes que são considerados com baixa reserva funcional pulmonar auxilia aos profissionais da saúde a adequar as estratégias para prevenção das complicações (BRUCE *et al.*, 2017).

Na área da saúde, as tecnologias digitais vêm contribuindo com mudanças em diversos aspectos da prática clínica, com a facilitação da comunicação entre profissionais e a inserção com o intuito de promover melhorias nos serviços e na atenção à saúde (GARG *et al.*, 2018).

Um dos aspectos relevantes ao se tratar do desenvolvimento de aplicativos para a saúde é a recomendação de serem pautados em referenciais teóricos e metodológicos seguros (GRAHAM *et al.*, 2017). Assim, a etapa de revisão da literatura se destaca como passo importante, visto a necessidade de aprofundamento do assunto abordado, objetivando garantir informações atualizadas e fidedignas que evidenciem impactos clínicos na área da oncologia, alcançando o nível de atenção primária, incluindo educação, prevenção, diagnóstico, tratamento e monitoramento (BERTUCCI *et al.*, 2019).

Nesse sentido, o conteúdo do aplicativo desse estudo foi fundamentado nas recomendações das organizações nacionais e internacionais tais como a *American College of Chest Physicians* (ACCP), *American Thoracic Society* (ATS) e *British Thoracic Society* (BTS), *European Respiratory Society/European Society of Thoracic Surgeons* (ERS/ESTS) além de outras publicações relevantes da área (BRUNELLI *et al.*, 2013; SILVESTRI *et al.*, 2013; DEGANI-COSTA *et al.*, 2014; BRUCE, 2017).

Existem no mercado aplicativos para calcular por meio de equações os valores preditos para o TC6 e SWT baseados nos valores de normalidade para a população e alguns são capazes de auxiliar na realização dos testes de capacidade funcional (IWAMA *et al.*, 2009; DOURADO *et al.*, 2013; SAAD *et al.*, 2017). Porém, por meio da pesquisa de mercado realizada e da busca nas bases de dados científicas, não foi encontrado nenhum aplicativo presente nos idiomas português, inglês e espanhol para previsão da função pulmonar ppo e para estratificação do risco cirúrgico em pacientes candidatos à RP.

É imprescindível que os aplicativos de saúde sejam submetidos a estudos clínicos para sua validação. Contudo, na maioria dos estudos com dispositivos móveis publicados foram realizados apenas experimentos piloto e com pequenas amostras (BERTUCCI, 2019). Por outro lado, a presente pesquisa realizou a validação do método estudado (método anatômico) sendo capaz de prever por meio do aplicativo a função pulmonar após o terceiro mês da cirurgia de RP por CP.

A revisão de literatura sobre os processos de validação de instrumentos é essencial para verificar a existência de diferentes métodos que quantifiquem o grau de concordância entre os especialistas e também pelo público (GOPAL *et al.*, 2019). Respalhando o método de validação utilizado pelo presente estudo, foi analisado um banco de dados com pacientes que realizaram RP por câncer, sendo esses dados coletados previamente pelos autores do presente estudo. O aplicativo demonstrou ser capaz de prever para o terceiro mês de pós-operatório os valores de função pulmonar com a ferramenta construída nesse estudo.

Outro aspecto essencial no desenvolvimento e uso de aplicativos em saúde é o processo de avaliação destes. Entretanto, faz-se necessária a seleção de profissionais capazes de contribuir com a melhoria da tecnologia construída. A este respeito, a literatura indica critérios que devem ser adotados para identificar um especialista em determinado assunto, contudo, algumas características como experiência prática e conhecimento teórico são critérios relevantes (STREINER; NORMAN; CAIRNEY, 2014). Assim, para cumprir tais recomendações, o aplicativo foi desenvolvido com profissionais da saúde com *expertise* na área, com a colaboração de um Médico Cirurgião Torácico e com duas Fisioterapeutas.

Em relação aos dados demográficos da amostra estudada, houve um predomínio de 58% de mulheres, com idade média de 58,94 anos e baixo nível de escolaridade. Destas, 24% possuíam apenas o ensino fundamental incompleto e 4% eram analfabetas, corroborando com os achados de MORANO *et al.* (2013) e HOPKINS *et al.* (2015). Apesar destes achados, muitas evidências ainda apontam para uma maior incidência do CP em homens (FRANCESCHINI *et al.*, 2013). Estudos epidemiológicos destacam um aumento progressivo da incidência nas mulheres para o CP (MALTA *et al.*, 2016).

De acordo com o índice de massa corpórea (IMC), os pacientes deste estudo apresentavam o IMC dentro da normalidade. Não foi observado nenhum sintoma na fase inicial do CP, pois 24% dos pacientes apresentavam estágio I e 22% estágio II. No estudo de Iyer *et al.* (2013), em pacientes com câncer de pulmão avançado estágio (IIIB e IV), 98% dos pacientes referiram inapetência associada à perda de peso. A prevalência e o grau da desnutrição dependem do tipo histológico e do estágio do tumor, e este agravo associa-se à diminuição da qualidade de vida dos pacientes com CP, bem como a desnutrição é comum no paciente com CP principalmente em estágios avançados, também contribuindo negativamente na capacidade funcional (SILVA, 2006; KERR *et al.*, 2010).

A história de tabagismo entre as mulheres teve início mais tardiamente do que entre os homens, porém esse hábito tem se tornado frequente no público feminino. Em meados do século passado, essa relação era de 10:1 (homens:mulheres). Contudo, estimativas recentes do INCA apontam uma razão mortalidade/incidência de 0,95 em homens e 0,86 em mulheres para o CP. Considera-se que o aumento nessa relação tenha uma ligação direta com o hábito, ativo ou passivo, de fumar (INCA, 2017; FREE *et al.*, 2010).

A importante relação do tabagismo com a principal causa do câncer de pulmão vem sendo demonstrada nas últimas seis décadas, sendo responsável por aproximadamente seis milhões de mortes anuais no mundo e por uma média de 147 mil mortes no Brasil. O CP, que era considerado uma doença rara no início do século XX, tornou-se a principal causa de morte por câncer no mundo (SABAS *et al.*, 2012; INCA, 2017).

No presente estudo, 38/50 (76%) dos pacientes tiveram algum contato com o cigarro durante toda a vida (fumantes ou ex-fumantes) e, segundo o INCA (2017), o consumo de derivados do tabaco está na origem de 90% dos casos de CP. O tabagismo pregresso foi evidenciado em 76% dos pacientes, com carga tabágica média de 38,44 maços/ano e a média da cessação de fumo foi de 79,9 meses, corroborando com BALTIERI *et al.* (2015).

Segundo o INCA, 90% dos casos de CP originam-se devido ao consumo de derivados do tabaco e, quando comparados aos não fumantes, os tabagistas têm um risco

aproximado de 20 a 30 vezes maior para o desenvolvimento deste tipo de neoplasia (INCA, 2015). Um importante fator que deve ser investigado é a relação dose-resposta, ou seja, quanto maior a exposição ao tabaco maior é a probabilidade do surgimento do CP. Uma carga tabágica superior a 20 maços/ano é apontada como um alto risco para o desenvolvimento dessa neoplasia (SABAS *et al.*, 2012).

Outro grande fator que predispõe ao aumento da mortalidade por CP é a ausência de sintomas na fase inicial da doença, dificultando assim a detecção dessa neoplasia nos estágios iniciais, quando ainda há possibilidade de cura (DE LEYN *et al.*, 2014). Contudo, apesar da nossa amostra ser composta por pacientes cirúrgicos, 62% dos indivíduos reportaram a presença de sintomas respiratórios e 20% apresentaram diagnóstico prévio de pneumopatia, o que corrobora com os achados do estudo de MULLER *et al.* (2014).

Um estudo realizado para caracterizar o perfil epidemiológico e molecular de 135 pacientes com CP metastático no Ceará constatou que os sintomas respiratórios mais prevalentes foram a dispneia (51%), tosse (37,7%) e hemoptise (16,2%); quanto à presença de doença pulmonar prévia, 17,03% dos pacientes tinham diagnóstico de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e 5,9% de tuberculose (ROCHA, 2015).

IYER *et al.* (2013) revelou uma maior incidência de sintomas respiratórios nos pacientes com CP, pois 94% apresentaram problemas respiratórios e, destes, 93% referiram tosse e 70% hemoptise. A presença de comorbidades também é capaz de agravar o quadro e limitar a indicação cirúrgica (BECKLES, 2003; LIMA; SILVA; GROSS, 2009; SAAD; BOTEGA; TORO, 2006). Neste estudo 26/50 (52%) dos pacientes apresentavam comorbidades, 20/50 (40%) tinham hipertensão arterial, 4/50 (8%) diabetes mellitus e apenas 2 apresentaram cardiopatia, estando de acordo com MATSUMOTO *et al.* (2018).

No câncer avançado, pode haver comprometimento significativo da função pulmonar devido à doença metastática, havendo perda muscular grave que pode afetar também a função cardíaca. A quimioterapia e imunoterapia, bem como a radioterapia na parede torácica, podem afetar a função cardíaca e pulmonar podendo apresentar impacto prognóstico significativo e irreversível. Em nossa amostra 5/50 (10%) realizaram quimioterapia e 2/50 (4%) realizaram radioterapia no período pré-operatório, não apresentaram comprometimentos dessa natureza nos indivíduos da amostra (GRAHAM, 2017).

A amostra deste estudo foi composta exclusivamente por pacientes submetidos à RP por CP, diagnosticados nos estágios iniciais. O procedimento cirúrgico mais realizado foi a lobectomia 41(82%), semelhante ao estudo de ZHANG *et al.* (2019) com 544 (89,8%) de lobectomias.

O estudo de MULLER *et al.* (2014) foi composto por 92 pacientes com diagnóstico recente de CP e 51,8% apresentaram o estágio I e II, sendo apenas 29,34% submetidos a RP. Entre um dos principais fatores que podem contraindicar a realização da cirurgia está a baixa reserva funcional pulmonar obtida rotineiramente na avaliação pré-operatória através das provas de função pulmonar e dos testes de campo submáximos e máximos (SILVESTRE *et al.*, 2013).

Existe uma associação clara entre a extensão da RP e a morbimortalidade perioperatória. Portanto, quanto maior a ressecção espera-se que também maior seja a mortalidade (DEGANI, 2012). O estudo de WIN, (2007) avaliou prospectivamente os efeitos da ressecção sobre a função pulmonar através da espirometria e sobre a capacidade de exercício em pacientes submetidos à RP por CP. Após um mês da cirurgia, houve redução considerável do VEF₁ e da capacidade de exercício em ambas as ressecções (lobectomias e pneumectomias) corroborando com o nosso estudo, em que os valores também foram reduzidos em 20,8% no primeiro mês.

A espirometria é um teste essencial no diagnóstico e acompanhamento das doenças respiratórias. Os valores obtidos devem ser comparados a valores previstos adequados, derivados de indivíduos não fumantes e livres de doenças cardiorrespiratórias (PRATA *et al.*, 2018). O presente estudo incluiu pacientes que realizaram os testes de função e capacidade pulmonar de acordo com os critérios requeridos pela ATS (2002) durante o pré-operatório e após o primeiro e terceiro mês de pós-operatório.

A amostra da presente pesquisa apresentou no pré-operatório os valores da função pulmonar VEF₁ e CVF dentro da normalidade quando comparados aos valores estabelecidos na literatura para a população saudável, com as seguintes médias, 86,28% \pm 18,8 e 89,46% \pm 16,3 respectivamente. É importante destacar que tais achados estão de acordo com os encontrados por FOURDRAIN *et al.* (2017),

Na avaliação realizada por meio da comparação dos valores da função pulmonar no período pré-operatório ao primeiro mês houve uma redução de VEF₁ (20,8%) e CVF (21,5%) e, quanto ao valor do pré-operatório ao terceiro mês, houve redução em ambas, porém menos significativa 12% (VEF₁) e 10,1% (CVF), exatamente como no estudo de MATSUMOTO *et al.* (2018). Na atual pesquisa os pacientes tenderam a recuperação após três meses de PO, porém não alcançando os valores encontrados antes da cirurgia, corroborando com o estudo de BALTEIRI *et al.* (2015).

No presente estudo foi observado uma recuperação da função pulmonar (VEF₁ e CVF) e da capacidade de exercício ao final terceiro mês de PO. A capacidade funcional dos

pacientes do estudo mensurada pelo TC6 se encontrava dentro dos valores de normalidade no período pré-operatório. No presente estudo a amostra obteve uma média da distância percorrida obtida pelo aplicativo de $539,07 \pm 37,91$, o que evidenciou ser uma ferramenta confiável, já que o valor obtido ao final do 3º mês de PO, foi $517,78 \pm 93,11$, o aplicativo predisse em 96,05% para o 3º mês de PO.

A equação de IWAMA (2009) foi escolhida para prever a distância do TC6, utilizada em nosso estudo e inserida no aplicativo, quando comparado com outros autores à equação demonstrou melhor resultado para predição em indivíduos com doenças respiratórias ou cardiovasculares com idade até 50 anos. Adicionalmente, quando comparado com a equação de ENRIGHT *et al.* (2003) também obteve resultados semelhantes, porém com idade acima de 50 anos (SAAD, 2017).

Pesquisas anteriores demonstraram a boa validade preditiva do TC6 para resultados pós-operatórios em CPNPC e na avaliação da sobrevida em pacientes com doença avançada (ENRIGHT *et al.*, 2003; MORANO *et al.*, 2013). No estudo de DUC HÁ *et al.* (2016) os autores avaliaram a capacidade de exercício funcional com a distância do teste de caminhada de 6 minutos (DTC6) em 62 pacientes com CP em estágio I-III e verificou-se que os pacientes apresentaram valor reduzido após o primeiro mês de RP (TC6 média = 335 m, 65% do previsto). De modo semelhante, o nosso estudo demonstrou uma redução após o primeiro mês, apresentando uma distância percorrida de 415,72m, sendo este equivalente a 77% do previsto para o paciente. Vale destacar que este resultado foi calculado pelo aplicativo.

GRAHAM *et al.* (2017) observaram em seu estudo que há falta de padronização na aplicação dos testes de exercícios máximos e submáximos como o TC6, TD e SWT. Porém é reconhecido a importância desses testes para a avaliação da reserva cardiopulmonar no período de pré-operatório. Com base em alguns estudos a ERS não recomenda o uso do TC6 na avaliação pré-operatória de pacientes elegíveis à RP. Embora a ACCP e BTS recomendem o uso do TC6, na prática não esclarecem critérios claros sobre a indicação e os pontos de corte relacionados ao TC6 (BRUNELLI *et al.*, 2009).

Geralmente é esperado que pacientes com CP apresentem valores reduzidos do VEF₁, CVF e TC6, sobretudo por apresentarem piora do estado funcional e maior presença de sintomas, principalmente dispneia (NICKLASSON; BERGMAN, 2007). Esses achados não foram encontrados na presente pesquisa, sendo possivelmente justificados pela amostra em que 92% desses pacientes se encontravam no estágio inicial da doença, não apresentando prejuízos funcionais.

Há evidência de que a cirurgia de RP predispõe a redução da função pulmonar e da capacidade ao exercício. Adicionalmente, a própria neoplasia pulmonar já pode causar estes prejuízos, constatados mediante a realização da espirometria e/ou DLCO pré-operatória. Por esse motivo, devem ser submetidos a outros testes funcionais para analisar as reservas do sistema cardiorrespiratório tais como, a avaliação da capacidade funcional (pelos testes de campo) e, caso necessário, teste de esforço cardiopulmonar e exames funcionais de imagem (cintilografia de perfusão ou ventilação e tomografia quantitativa) (BALTIERI *et al.*, 2015; BRUNELLI *et al.*, 2013). Porém, é imprescindível conhecer a real necessidade da solicitação desses exames adicionais devido ao alto custo (ARAUJO, 2012).

Apesar da grande eficácia do VO_2 máx na previsão do risco cirúrgico e de prognóstico pós-operatório, este parâmetro é considerado pouco acessível, pois há poucos serviços que possuem ergoespirômetro para uso rotineiro, devido ao seu alto custo e a exigência de profissionais altamente qualificados. De modo contrário, os testes de campo, como o TC6, TD e o SWT, estão cada vez mais utilizados na avaliação da capacidade física de pacientes, uma vez que apresentam baixo custo e os exercícios são similares aos realizados rotineiramente pelos indivíduos. Os testes supracitados têm apresentado boa correlação com o VO_2 máx do teste ergoespirométrico (ATS, 2002; CATANEO *et al.*, 2010; DOURADO *et al.*, 2011).

Pacientes submetidos à lobectomia continuam a recuperar a função pulmonar durante aproximadamente seis meses após a cirurgia. Já entre os pacientes submetidos à pneumectomia, esta melhoria é geralmente limitada após três meses (MATSUMOTO *et al.*, 2018). A perda da função pulmonar pode variar significativamente com a localização da ressecção. Por exemplo, ressecção de uma porção do pulmão enfisematoso, possivelmente resulta em menor perda de função (BRUNELLI, 2007; SENGUL; SAHIN; CELENK, 2013). Assim como foi encontrado no estudo de Matsumoto *et al.*, (2018) no qual o objetivo foi avaliar a função pulmonar no pós-operatório de acordo com a capacidade vital (VC) e o (VEF_1) em pacientes que se submeteram a lobectomia, e encontraram nos pacientes com DPOC resultados significantes, com maior preservação do VEF_1 em comparação com o grupo não DPOC.

LIMA (2009) também acompanhou pacientes do pré-operatório até ao sexto mês de PO que foram submetidos à RP e verificou uma redução média de 0,5 L no VEF_1 e de 0,4 L na CVF naqueles submetidos à lobectomia. Tais achados persistiram seis meses após a intervenção, porque depende diretamente da extensão da ressecção.

Considerando a importância da construção das ferramentas elaboradas em nosso estudo, baseado nas recomendações da ACCP (2013), em que a utilização de algoritmos para

previsão da função pulmonar pós-operatória visa estimar a quantidade de tecido pulmonar a ser perdido com a ressecção cirúrgica e, portanto, calcular a função pulmonar remanescente. Tais recomendações foram extremamente pertinentes a inclusão da ferramenta para previsão do VEF₁ppo tendo como base o método contagem de segmento anatômico.

Esse método se baseia na contagem de segmentos pulmonares, apesar de não levar em consideração as diferenças interindividuais, as variações no volume ou função de cada seguimento, o procedimento é utilizado em vários estudos. Logo, o estudo de Kobayashi *et al.*, (2017), teve como objetivo comparar a previsão da função pulmonar residual pós-operatória obtida pela (TC) com o método de contagem de segmento anatômico em 53 pacientes elegíveis para RP com CP. No método de contagem de segmentos anatômicos, foi encontrada uma forte correlação ($r = 0,845$; $p < 0,01$) entre VEF₁ppo com o VEF₁ obtido após seis meses da RP, semelhante ao encontrado nos pacientes que realizaram a previsão do VEF₁ppo pela TC de tórax ($r = 0,884$; $p < 0,01$). Dessa forma, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos ($p = 0,01$), demonstrando a relevância na utilização do método de contagem de segmento para elaboração da ferramenta do aplicativo.

As evidências científicas mais relevantes sobre a estratificação de risco cirúrgico da RP definem uma abordagem prática para a avaliação funcional pré-operatória em pacientes com CP, esses estudos confirmam que a avaliação cardiológica, o teste de função pulmonar com medida de DLCO e o teste de exercício cardiopulmonar são os pilares da avaliação funcional pré-operatória em pacientes elegíveis para a realização da RP (BRUNELLI *et al.*, 2009; LIM *et al.*, 2010; BRUNELLI *et al.*, 2010; BRUNELLI *et al.*, 2011; FERGUSON; CELAURO; VIGNESWARAN, 2012; BRUNELLI *et al.*, 2013).

As diretrizes mais recentes da ACCP sobre a avaliação pré-operatória de RP sugerem que pacientes com risco cardíaco elevado necessitam ser encaminhados para uma avaliação cardiológica mais criteriosa e, eventualmente, para testes e tratamentos como recomendado pelas diretrizes da *American Heart Association* e *American College of Cardiology* (FERGUSON; CELAURO; VIGNESWARAN, 2012).

O estudo de OZEKI *et al.* (2017) elucidou a significância da estratificação de risco nos desfechos de um estudo de coorte em pacientes com CP em estágio clínico I. Pacientes com risco moderado, ou seja, VEF₁ppo ou DLCO_{ppo} de 30 a 60% mostrou ser um subgrupo de pacientes com resultados pós-operatórios de curto e longo prazos, três e após seis meses, com fator significativo na predição de morbidade pós-operatória (OR 2,97, $p < 0,001$).

Os métodos para reduzir os riscos a longo prazo associados ao VEF₁ppo ou DLCO_{ppo} incluem a realização de pequenas cirurgias do parênquima quando apropriado ou a

oferta de radioterapia em vez de ressecção quando viável. Ambas as opções são alternativas aceitáveis à lobectomia quando os pacientes correm maior risco cirúrgico, tendo como base os testes de capacidade funcionais (OZEKI *et al.*, 2017).

9.1 Limitações

O presente estudo não realizou a validação da estratificação do risco cirúrgico, no entanto, isso será realizado em estudos posteriores. Vale ressaltar que o método anatômico não leva em consideração as diferenças interindividuais e funcionais, tais como as variações de volume ou função de cada segmento. Desta forma, de acordo com o que é preconizado pelas diretrizes internacionais e diante da necessidade de pacientes com função pulmonar limítrofe que serão submetidos à cirurgia de RP de grande porte, deve-se avaliar com cautela a necessidade da solicitação de exames funcionais tais como a cintilografia de perfusão ou de ventilação ou ainda a TC quantitativa de tórax. Além disso, os resultados desse estudo são derivados de dados de uma única instituição.

10 CONCLUSÃO

O aplicativo desenvolvido mostrou-se útil para o planejamento pré-operatório de RP em pacientes com CP. A ferramenta para mensuração do VEF₁ ppo, mostrou-se confiável para auxiliar na avaliação da reserva funcional após a cirurgia. Além disso, a ferramenta de estratificação de risco cirúrgico e de predição de todos os testes funcionais direciona o usuário para a utilização de um algoritmo padronizado, tendo como base as diretrizes internacionais, facilitando assim a tomada de decisão clínica e o planejamento cirúrgico. Além disso, o usuário poderá armazenar os dados dos pacientes no aplicativo facilitando o acompanhamento da avaliação funcional do paciente.

O aplicativo desenvolvido mostra-se útil para o planejamento pré-operatório de RP em pacientes com CP. O algoritmo da ferramenta mensura os valores preditos pelos testes funcionais (TC6, SWT) e pela cintilografia de perfusão. Além disso, a ferramenta de estratificação de risco cirúrgico direciona o usuário para a utilização de um algoritmo padronizado, tendo como base as diretrizes internacionais, facilitando assim a tomada de decisão clínica e o planejamento cirúrgico.

A ferramenta para o VEF₁ppo foi validada em uma amostra de pacientes submetidos à cirurgia de RP por CP, onde descrevemos as características da amostra estudada, bem como a avaliação do VEF₁ e o TC6 no pré-operatório (real e predito) do primeiro e terceiro mês após a RP.

Desse modo foi estratificado o risco cirúrgico dos pacientes avaliados a partir do aplicativo proposto demonstrando ser uma ferramenta acessível, confiável e de fácil utilização

Esse estudo correlacionou o VEF₁ppo obtido pelo aplicativo com o VEF₁ real, obtido pela espirometria, após três meses da cirurgia de RP.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C.E.C.V; FERREIRA, P.P.R; MORAES, F. Y; NEVES JUNIOR, W.F.P; GADIA, R.; CARVALHO, H.A. Radioterapia em câncer de pulmão: atualização. **J. Bras. Pneumol.** v. 41, n. 4, p. 376-387, 2015.
- AMERICAN CANCER SOCIETY. Cancerfacts& figures 2017. Atlanta, 2017. Disponível em:<<https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/annual-cancer-facts-and-figures/2017/cancer-facts-and-figures-2017.pdf>>. Acesso em:13 janeiro, 2019.
- AMERICAN THORACIC SOCIETY. ATS statement: guidelines for six-minute walk test. **Am J. Respiratory Critical Care Med.** v. 166, p. 111-7, 2002.
- AMERICAN THORACIC SOCIETY; EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **Am J Respir. Crit. Care Med,** v. 166, n. 4, p. 518-624, 2002.
- ARAÚJO, C.G. Devemos substituir o teste ergométrico convencional pelo teste cardiopulmonar de exercício. **Rev DERC.** v. 18, n. 2, p. 56-9, 2012.
- BALTIERI, L; PASSOS, A. I. M; GALHARDO; F. D. M; ROCETO, L.S; TORO, I.F.C. Avaliação pré-operatória da força muscular respiratória, da função pulmonar e da capacidade funcional de pacientes submetido a ressecção pulmonar. **ABCS Health Sci.** v. 40, n. 1, p. 22-7, 2015.
- BECKLES, M.A; SPIRO, S.G; COLICE, G.L; RUDD, R.M. AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS. The physiologic evaluation of patients with lung cancer being considered for resection surgery. **Chest.** v. 123, n. 1 p. 105-114, 2003.
- BEDIN, D; IZBICKI, M; FARESIN, S.M. A utilização dos testes de função pulmonar na avaliação pré-operatória. **Pulmão RJ.** v. 24, n. 1, p. 44-55, 2015.
- BORGES-SANTOS, E.B; GENZ, I.C.H; LONGO, A.F; HAYAHSI, D; GONÇALVES, C.G; BELLINETTI, L.M; THOMSON, J.C. Comportamento da função pulmonar, força muscular respiratória e qualidade de vida em pacientes submetidos às toracotomias eletivas. **Rev Col Bras Cir.** v. 39, n. 1, p. 4-9, 2012.
- BERTUCCI, F; SORIANO, G.C.A; MIRAMON, A.M; MOULIN, J.F; FLUZIN, S; MARANINCHI, D; GONÇALVES, A. Outpatient Cancer Care Delivery in the Context of E-Oncology: A French Perspective on “Cancer outside the Hospital Walls. **Cancers.** v.11, p.219, 2019.
- BRITISH THORACIC SOCIETY AND SOCIETY OF CARDIOTHORACIC. Surgeons of Great Britain and Ireland Working Party. BTS guidelines: guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery. **Thorax,** v. 56, p. 89-108, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Protocolos clínicos e diretrizes terapêuticas em Oncologia/Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRANDÃO, D.S; HADDAD, R; MARSICO, G.A; BOASQUEVISQUE, C.H.R. Aspectos clínico-patológicos do carcinoma bronquíolo alveolar e sobrevida em pacientes no estágio clínico I. **J Bras Pneumol**. v.36, n.2, p.167-74, 2010.

BRITISH THORACIC SOCIETY AND SOCIETY OF CARDIOTHORACIC SURGEONS of Great Britain and Ireland Working Party. BTS guidelines: guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery. **Thorax**, v.56, p.89-108, 2001.

BRUCE, H; BRIAN, L; GRAHAM, A.L. COATES, J.G, CRISTINE, E; BERRY, P. K.; CLARKE, T.S. HALLSTRAND, J. L; HANKINSON, D. A; KAMINSKY, N. R; MACINTYRE, M. C; MCCORMACK, M. R; SANJA, S. D. J. WEINER. Recommendations for a Standardized Pulmonary Function Report An Official American Thoracic Society Technical Statement. **J Respir Crit Care**. v.196, n.11, p. 1463-1472, 2017.

BRUNELLI A, SOCCI L, REFAI M, SALATI M, XIUMÉ F, SABBATINI A. Quality of life before and after major lung resection for lung cancer: a prospective follow-up analysis. **Ann Thorac Surg**. v. 84, n. 2, p. 410-6, 2007.

BRUNELLI A, CHARLOUX A, BOLLIGER CT, et al. ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo radiotherapy). **EUR Respir J**. v.34, p.17-41, 2009.

BRUNELLI, A.; KIM, A. K.; BERGER. K. I.; ADDRIZZO-HARRIS, D. J. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3 ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. **Chest**. v. 14, n. 5, p. 166-90, 2013.

CANADIAN CANCER SOCIETY. Canadian cancer statistics 2017. Toronto, 2017.

CATANEO, D C. Testes preditores de risco cirúrgico: qual o melhor? [tese]. Botucatu (SP): Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista; 2005.

CATANEO, D.C; KOBAYASI, S; CARVALHO, L.R; PACCANARO, R.C; CATANEO, A.J.M. Accuracy of six-minute walk test, stair test and spirometry using maximal oxygen uptake as gold standard. **Acta Cir Bras**. n. 25, p. 194-200, 2010.

COFFITO, RESOLUÇÃO N°. 400/2011 – Disciplina a Especialidade Profissional de Fisioterapia Respiratória e dá outras providências. Disponível em <<https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=3163>>. 2019.

DOURADO, V. Z.; VIDOTTO, M. C.; GUERRA, R. L. F. Equações de referência para os testes de caminhada de campo em adultos saudáveis. **J Bras Pneumol**, v. 37, n. 5, p. 607-14, 2011.

DOURADO, V.Z; GUERRA, R.L; TANNI, S.E; ANTUNES, L.C; GODOY, I. Reference values for the incremental shuttle walk test in healthy subjects: from the walk distance to physiological responses. **J Bras Pneumol**, v.39, n.2, p.190-7, 2013.

DEGANI-COSTA, L.H.; FARESin, S.M.; FALCAO, L.F.R. Avaliação pré-operatória do paciente pneumopata. **Rev. Bras. Anesthesiol.**, v. 64, n. 1, p. 22-34, 2014.

DE LEYN, P; DOOMS, C; KUZZDAL, J; LARDINOIS, D; PASSLICK, B; RAMI-PORTA, R et al. Revised ESTS guidelines for preoperative mediastinal lymph node staging for non-small-cell lung cancer. **Eur J Cardiothorac Surg.** v.45, n.5, p.787-98, 2014.

DUC HA, M.D; PETER, J. M; ANDREW, L.R; ATUL, M; MARK, F. The utility of exercise testing in patients with lung cancer. **Journal of Thoracic Oncology.** v. 11, n. 9, p. 1397-1410, 2016.

ERCEGOVAC, M; SUBOTIC, D; ZUGIC, V; JAKOVIC R; MOSKOVLJEVIC D; BASCAREVIC S; MUJOVIC, N. Postoperative complications do not influence the pattern of early lung function recovery after lung resection for lung cancer in patients at risk. **Journal of Cardiothoracic Surgery.** v. 19, n.9, p. 92, 2014.

ENRIGHT, P.L; MCBURNIE, M.A; BITTNER, V; TRACY, R.P; MCNAMARA, R; ARNOLD, A, et al. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. **Chest.** v.123, n. 2, p.387-98, 2003.

FERGUSON, M.K; CELAURO, A.D; VIGNESWARAN, W.T. Validação de um sistema de pontuação modificado para risco cardiovascular associado à ressecção pulmonar importante. **Eur J Cardiothorac Surg.** v.41, p.598-602, 2012.

FERLAY, J. et al. Estimating the global cancer incidence and mortality in 2018: GLOBOCAN sources and methods. *International journal of cancer, New York*, v. 144, n. 8, p. 1941- 1953, 2019.

FOURDRAIN, A; DOMINICIS, F; LAFITTE, S; IQUILLE, J; PREVOT, F; LORNE, E; MONCONDUIT, J; BAGAN, P; BERNA, P. Quantitative computed tomography to predict postoperative FEV1 after lung cancer surgery. **J Thorac Dis**, v. 9, n. 8, p. 2413- 2418, 2017.

FRANCESCHINI, J; JARDIM, J.R; FERNANDES, A.L.G; JAMNIK, S; SANTORO, I.L. Relação entre a magnitude de sintomas e a qualidade de vida: análise de agrupamentos de pacientes com câncer de pulmão no Brasil. **J. bras. pneumol.** v. 39, n. 1, p. 23-31, 2013.

FREE, C; KNIGHT, R; ROBERTSON, S; WHITTAKER, R; EDWARDS, P; ZHOU, W; RODGERS, A; CAIRNS, J; KENWARD, MG; ROBERTS, I. Smoking cessation support delivered via mobile phone text messaging (txt2stop): A single blind, randomised trial. **Lancet**, v. 378, p. 49-55, 2011.

GARG, S; WILLIAMS, N.L; IP, A; DICKER, A.P. Clinical Integration of digital solutions in health care: An overview of the current landscape of digital technologies in cancer care. *JCO Clinical: Cancer Informatics*, v.2, p 1-9, 2018.

GOLDSTRAW, P; CHANSKY, K; CROWLEY, J; RAMI-PORTA, R; ASAMURA, H; EBERHARDT, W.E.E. International Association for the Study of Lung Cancer Staging and Prognostic Factors Committee, Advisory Boards, and Participating Institutions. The IASLC Lung Cancer Staging Project: Proposals for Revision of the TNM Stage Groupings in the

Forthcoming (Eighth) Edition of the TNM Classification for Lung Cancer. **Journal of Thoracic Oncology**, v. 11, n. 1, p. 39 – 51, 2016.

GOPAL, G; SUTER-CRAZZOLARA, C; TOLDO, L; EBERHARDT, W. Digital transformation in healthcare - architectures of present and future information technologies. **Clin Chem Lab Med**. v.57, n. 3, p. 328-335, 2019.

GRAHAM, B. L; BRUSASCO, V; BURGOS, F; COOPER, B. G; JENSEN, R; KENDRICK, A; MACINTYRE, N. R; THOMPSON, B. R; WANGER, J. ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. **Eur Respir J**, 2017.

GRANGER, C.L. Physiotherapy management of lung cancer. *Journal of Physiotherapy*. v. 62, p. 60–67, 2016.

HOPKINS, K.G; HOFFMAN, L.A; DABBS, A.D.E, V; FERSON, P.F; KING, L; DUDJAK, L.A. Postthoracotomy Pain Syndrome Following Surgery for Lung Cancer: Symptoms and Impact on Quality of Life. **Journal of the Advanced Practitioner in Oncology**. v. 6, n. 2, p. 121-132, 2015.

HUANG, C. Y.; HUANG, H. Y.; FORREST, M. D.; PAN, Y.; WU, W.; CHEN, H. Inhibition Effect of a Custom Peptide on Lung Tumors. *Plos One*, v. 9, n. 10, 2014.

IARC, INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER; WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. GLOBOCAN 2018: estimated cancer incidence, mortality and prevalence worldwide in 2018. Lion: IARC, 2018. Disponível em: <http://globocan.iarc.fr/Pages/fact_sheets_cancer.aspx>. Acesso em: 13 set. 2018.

IBIAPINA, J.O; VIEIRA, S.C; LUSTOSA, A.M.L; BARBOSA, C.N.B. Câncer de Pulmão. *Oncologia básica*. Teresina, PI: Fundação Quixote, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Coordenação de Prevenção e Vigilância. Estimativa 2018: Incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. (Brasil). Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva – Rio de Janeiro: INCA, 2019.

INCA / Coordenação de Prevenção e Vigilância / Divisão de Vigilância e Análise de Situação, 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/numeros-de-cancer>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

IOANNIS, A; CHATZIPAVLOU, S.A; VLACHOPOULOU, M. A recommended guideline for the development of mHealth Apps, In: *mHealth*, 2016, vol. 2, n. 21. Disponível em: <<http://mhealth.amegroups.com/article/view/10437/11081>> Acesso em: 20 dez. 2018.

IWAMA, A.M; ANDRADE, G.N; SHIMA, P; TANNI, S.E; GODOY, I; DOURADO, V.Z. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. **Braz J Med Biol Res**. v.42, n.11, p.1080-5, 2009.

IYER, S.; TAYLOR-STOKES, G.; ROUGHLEY, A. Symptom burden and quality of life in advanced non-small cell lung cancer patients in France and Germany. **Lung Cancer**, v.81, n.2, p.288–293, 2013.

JAMNIK, S; UEHARA, C; SILVA, V.V. Localização do carcinoma pulmonar em relação ao vício tabágico e ao sexo. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 32, n. 6, p.510-14, 2006.

KERR, K; MACFIE, A; MCGUIAN, J; PADLEY, S; POPAT, S; SCREATON, N; SNEE, M; WALLER, R; WARBURTON, C; WIN, T. Guidelines on the radical management of patients with lung cancer. **Thorax**. v.65, n. 3, p. 1-27, 2010.

KOBAYASHI, K; SAEKI, Y; KITAZAWA, S; KOBAYASHI, N; KIKUCHI, S ; GOTO, Y; SAKAI, M; SATO, Y. Three-dimensional computed tomographic volumetry precisely predicts the postoperative pulmonary function. **Rev.CrossMark**, 2017.

LIMA, L.N.T; SILVA, R.A; GROSS, J.F; DEHEINZELIN, D; NEGRI, E.M. Avaliação da função pulmonar e da qualidade de vida em pacientes submetidos à ressecção pulmonar por neoplasia. **J. Bras. Pneumol.**, v. 35, n. 6, p. 521-528, 2009.

MACHADO, L; SAAD, I.A.B; HONMA, H.N; MORCILLO, A.M; ZAMBON, L. Evolução do status de performance, índice de massa corpórea e distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos em pacientes com câncer de pulmão avançado submetidos à quimioterapia. **J BrasPneumol**. v.36, n.5, p.588-594, 2010.

MALTA, D.C; ABREU, D.M.X; MOURA, L; LANA, G.C; AZEVEDO, G; FRANÇA, E. Tendência das taxas de mortalidade de câncer de pulmão corrigidas no Brasil e regiões. **Rev Saúde Pública**, v. 50, n. 33, p. 1-10. 2016.

MALTZER, D.O.S, CRISTIAN, M.D.A, MHCM, JULIE K. SILVER, M.D, G. MORRIS, P.T.S, PhD, NICOLE L. STOUT, D.P.T, FAPTA A. Focused Review of Safety Considerations in Cancer Rehabilitation. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. v.9, p.415-428, 2017.

MARJANSKI,T; WNUK, D; BOSAKOWSKI, D; SZMUDA, T; SAWICKA, W; RZYMAN, W. Patients who do not reach a distance of 500 m during the 6-min walk test have an increased risk of postoperative complications and prolonged hospital stay after lobectomy. **Eur J Cardiothorac Surg**. v. 47, n. 5, p. 213-9, 2015.

MARTIN, L.W.; CORREA, A.M.; HOFSTETTER, W.; HONG, W.K.; KOMAKI, R.; PUTMAN, J.B.; et al. The evolution of treatment outcomes for resected stage IIIA non-small cell lung cancer over 16 years at a single institution. **J Thorac Cardiovasc Surg.**, v. 130, n. 6, p. 1601-1611, 2005.

MATSUMOTO, R; TAKAMORI, S; YOKOYAMA, S; HASHIGUCHI, T; MURAKAMI, D; YOSHIYAMA, K; NISHI, T; KASHIHARA, M; MITSUOKA, M; HAYASHIDA, R; KAKUMA, T; AKAGI, Y. Lung function in the late postoperative phase and influencing factors in patients undergoing pulmonar lobectomy. **J Thorac Dis**, v. 10, n. 5, p. 2916-2923, 2018.

MILLARD, D; HOWARD, Y; GILBERT, L. Co-design and co-deployment methodologies for innovative m-learning systems. *Multiplatform E-Learning Systems and Technologies: Mobile Devices for Ubiquitous ICT-Based Education: Mobile Devices for Ubiquitous ICT Based Education*, v. 147, 2009.

MORALES, B, J.E; VIDAL, C.D.P; ROMERO, M.J.R; CASTRO, M.M.G; VILLEGAS, A.L; ZAMBON, M. Teste de caminhada de seis minutos: uma ferramenta valiosa na avaliação do comprometimento pulmonar. **J Bras. pneumol.** v. 37, n. 1, p. 110-117, 2012.

MORANO, M.T; ARAÚJO, A.S; NASCIMENTO, F.B; SILVA, G.F; MESQUITA, R; PINTO, J.S. Preoperative pulmonary rehabilitation versus chest physical therapy in patients undergoing lung cancer resection: a pilot randomized controlled trial. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 94, n.1, p.53-8, 2013.

MULLER, A.M.; SILVA, D.R.; XAVIER, R.G. Avaliação da qualidade de vida e função pulmonar em pacientes com câncer de pulmão. *Clinical & Biomedical Research*. v. 34, n. 4, p. 347-56, 2014.

NATIONAL COMPREHENSIVE CANCER NETWORK. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology-Cancer-related fatigue. (Version 1.2014). Jenkintown, Pennsylvania: NCCN, 2014. FULLER, R; JOYNES, V. Should mobile learning be compulsory for preparing students for learning in the workplace? **Br J Educ Technol**, v.46, n.1, 2015.

OZEKI, N; KAWAGUCHI, K; OKASAKA, T; FUKUI, T; FUKUMOTO, K; NAKAMURA, S; HAKIRI, S; YOKOI, K. A função pulmonar marginal está associada a desfechos de curto e longo prazo em cirurgias de câncer de pulmão. **Nagoya J Med Sci.** v.79, n. 1, 2017.

PRATA, T. A; MANCUZO, E; PEREIRA, C. A. C; MIRANDA, S. S; SADIGURSKY, L. V; HIROTSU, C; TUFI, K. S. Valores de referência para espirometria forçada em adultos negros no Brasil. **J BrasPneumol**, v.44, n.6, p.449-455, 2018.

PEREIRA, J.R. Quando suspeitar clínica e radiologicamente de Câncer de pulmão. *Sociedade Brasileira de Pneumologia E Tisiologia. Manuais de Condutas Clínicas em Câncer de pulmão*, São Paulo: AC Farmacêutica, p.3-13, 2013.

PEREIRA, R.V.S; KUBRUSLY, M; NOGUEIRA, I.C; GONDIM, V.J.T; MARÇAL, E. Development of an application to support in-service training of anesthesiologists on preoperative evaluation in a public hospital in Brazil. **J Eval Clin Pract** . v. 1, n. 6, p.850-855, 2019.

RAJ, V; BAJAJ, A; ENTWISLE, J.J. Implications of new (seventh) TNM classification of lung cancer on general radiologists a pictorial review. **Curr Probl Diagn Radiol.** v. 40, n.2, p. 85-93, 2011.

RIGOLON, M. Y; MESQUITA, C.T; AMORIM, B.J. Guideline para Cintilografia de Inalação e Perfusão Pulmonares. *Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear*, 2017.

ROCHA, J.A. Perfil epidemiológico e molecular em pacientes com câncer de pulmão e adenocarcinoma no Ceará (Doutorado em Farmacologia). Fortaleza: Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará; 2015.

SAAD, I.A.B; OLIVEIRA, L.B.O; COSTA, E.P.M; MARIANA BORGES DE OLIVEIRA, M.B; VIANA, B.S. Análise e correlação do teste de distância percorrida em seis minutos com a distância preditiva por três equações de referência. **J Health Sci**, v.19, n. 1, p. 25-32, 2017.

SABAS, C. V; LUSTOSA, A. M. L.; BARBOSA, C. N. B.; TEXEIRA, J. M. R.; BRITO, L. X. E.; SOARES, L. F. M. Oncologia Básica. 1 ed. Piauí: Fundação Quixote, 2012.

SÁNCHEZ-ROLA, I; ZAPIRAIN, B.G. Mobile NBM - android medical mobile application designed to help in learning how to identify the different regions of interest in the brain's white matter. *BMC Medical Education*, v. 14, n. 1, 2014.

SENGUL, A.T; SAHIN, B; CELENK, C. Postoperative lung volume change depending on the resected lobe. **Thorac Cardiovasc Surg**, v.61, n. 7, p.131, 2013,

SILVA, M.P. Síndrome da anorexia-caquexia em portadores de câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**. v.52, n.1, p. 59-77, 2006.

SILVESTRI, G.A; GONZALEZ, A.V; JANTZ, M.A; MARGOLIS, M.L; GOULD, M.K; TANOUE, LT, et al. Methods for staging non-small cell lung cancer: Diagnosis and management of lung cancer, 3 ed. American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. p.143, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA -SBPT. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. **J Pneumol**, v.28, p. 221, 2002.

SODER, S. A; BARTH, F; PERIN, F.A; FELICETTI, J.C; CAMARGO, J.J.P; CAMARGO, S.M. Ressecções pulmonares anatômicas por cirurgia torácica videoassistida: experiência de 117 casos em um centro de referência no Brasil. **J Bras Pneumol**. v.43, n.2, p. 129-133, 2017.

STANZANI, F. Aplicabilidade do algoritmo da Associação Americana de Médicos Torácicos para ressecção de câncer de pulmão no Hospital São Paulo. Tese de Doutorado na Universidade Federal de São Paulo, p.77, 2011.

STREINER, D.L; NORMAN, G.R; CAIRNEY, J. Health measurement scales: a practical guide to their development and use. Oxford University Press, USA, 2014. **Support Care Cancer**, v. 22, p. 173–180, 2014.

SOBIN, L.H.G; WITTEKIND C. União Internacional Contra o Câncer (UICC) classificação TNM de tumores malignos. 7a ed. Nova Iorque: Wiley-Liss; 2009.

TAKAGAKI, T.Y. Advances in the treatment of lung cancer. **Jornal bras pneumol**. v. 31, n. 6, 2005.

TRAVIS, W. D; BRAMBILLA, E; BURKE, A. P.WHO Classification of Tumours of the Lung, Pleura, Thymus and Heart. 4th ed. **Lyon, France: IARC**, 2015.

VILARÓ, J; RESQUETI, V.R; FREGONEZI, G.A.F. Avaliação clínica da capacidade do exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Rev Bras Fisioter**, v. 12, n. 4, p. 249-59, 2008.

ZAMBONI, M.; CARVALHO, W.R. Câncer do pulmão. Ed São Paulo: Atheneu, 2005.

ZHANG, R; KYRISS, T; DIPPON, J et al. American Society of Anesthesiologists physical status facilitates risk Stratification of elderly patients undergoing thorascopi lobectomy. **Eur J Cardiothorac Surg.**, v. 53, p. 973-9, 2018.

ZHANG, R; DIPPON, J; FRIEDEL, G. Refined risk stratification for Thrascoscopic lobectomy or segmentectomy. **J Thorac Dis.** v.11, n .1, p. 222-230, 2019.

ZBICK, J. et al. A web-based framework to design and deploy mobile learning activities: Evaluating its usability, learnability and acceptance. International Conference on Advanced Learning Technologies: Advanced Technologies for Supporting Open Access to Formal and Informal Learning, n. July, p. 88–92, 2015.