



CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE BARBACENA - FASAB
GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA



KAUÊ CYRINO

LARISSA ROCHA ASSUNÇÃO

WESLEY FERNANDES PIRES

**SISTEMA AUTOMÁTICO DE MONITORIZAÇÃO E PRESCRIÇÃO DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA NA REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR**

BARBACENA

2019

KAUÊ CYRINO

LARISSA ROCHA ASSUNÇÃO

WESLEY FERNANDES PIRES

**SISTEMA AUTOMÁTICO DE MONITORIZAÇÃO E PRESCRIÇÃO DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA NA REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Graduação de Fisioterapia da Faculdade de Ciências da Saúde de Barbacena – FASAB, da Universidade Presidente Antônio Carlos – FUPAC, como um dos requisitos obrigatórios para obtenção do título Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Costa Alvim

BARBACENA

2019

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	6
2.OBJETIVO.....	7
3.METODOLOGIA	7
4.DIRETRIZES	9
4.1 Estratificação de risco.....	9
4.2 Hipertensão arterial.....	10
4.3 Diabetes.....	11
4.4 Dislipidemias	12
4.5 Obesidade	12
4.6 Pós infarto agudo do miocárdio.....	13
4.7 Pós revascularização miocárdica.....	13
4.8 Insuficiência Cardíaca.....	14
4.9 Pós transplante cardíaco	14
5.RESULTADOS.....	15
6.DISSCUSSÃO	19
7.CONCLUSÃO	24
8.REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	25

Lista de Figuras

Figura 1 - Dados pessoais.....	15
Figura 2 Lista de Medicamentos.....	16
Figura 3 – Estratificação de Risco.....	16
Figura 4 - Estratificação de Risco.....	17
Figura 5 - Teste Ergométrico.....	17
Figura 6 - Pré treino.....	18
Figura 7 - Gráfico de execução de treino.....	18
Figura 8 - Gráfico pós treino.....	19
Figura 9 - Estratificação de Risco caso 1.....	20
Figura 10 - Cálculo de Simulação caso 1.....	20
Figura 11- Zona de treinamento Caso clínico.....	21
Figura 12 - Paciente inelegível caso 2.....	21
Figura 13- Estratificação de risco caso 3.....	22
Figura 14 Cálculo de Simulação caso 3.....	23
Figura15 Zona de treinamento caso clínico 3.....	23

RESUMO

Introdução: Um programa de Reabilitação Cardíaca é multidisciplinar, envolvendo diversos profissionais, dentre eles o fisioterapeuta. Este atua diretamente na prescrição de atividade física, visando por meio de protocolos de exercícios aeróbicos e contra resistência o tratamento e a prevenção dos episódios cardiovasculares. **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo desenvolver um software de monitorização e prescrição da frequência cardíaca durante a reabilitação. **Método:** O estudo se tratou do desenvolvimento de um software de prescrição e monitorização da frequência cardíaca. **Resultados:** Com base nos resultados apresentados o software desenvolvido está funcional, baseado nas diretrizes incluídas em seu desenvolvimento para monitorização e prescrição da faixa de treino da reabilitação cardiovascular. **Conclusão:** O software tem potencial para realizar a determinação da frequência cardíaca de treinamento de pacientes com diversas comorbidades, porém vale ressaltar que o software não substitui o profissional, apenas otimiza o trabalho do mesmo economizando tempo e eliminando a possibilidade de erro.

Palavras-Chave: Validação de programas de computador; Reabilitação Cardíaca; Fisioterapia; Reabilitação; Exercícios.

ABSTRACT

Introduction: A Cardiac Rehabilitation program is multidisciplinary, involving several professionals, among them the physiotherapist. It acts directly in the prescription of physical activity, aiming by means of protocols of aerobic exercises and against resistance, the treatment and the prevention of the cardiovascular episodes. **Objective:** The objective of this study was to develop software for monitoring and prescribing heart rate during rehabilitation. **Method:** The study involved the development of heart rate monitoring and prescribing software. **Results:** Based on the results presented, the software developed is functionally based on the guidelines included in its development to monitor and prescribe the cardiovascular rehabilitation training range. **Conclusion:** The software has the potential to determine the heart rate of training of patients with different comorbidities, but it is worth noting that the software does not replace the professional, it only optimizes the work of the same, saving time and eliminating the possibility of error.

Keywords: Validation of computer programs; Cardiac Rehabilitation; Physiotherapy; Rehabilitation; Exercises.

1.INTRODUÇÃO

Doenças cardiovasculares afetam o coração e os vasos sanguíneos, podendo ser subdivididas em doença coronariana, doença cerebrovascular, doença arterial periférica, doença cardíaca reumática, cardiopatia congênita, trombose venosa profunda e embolia pulmonar. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 17 milhões de pessoas morreram em 2015 por doenças cardiovasculares, as quais sua maioria foram acometidas em países de baixa e média renda, somado os fatores comportamentais e suas comorbidades.¹

Os profissionais da saúde no século passado, já se dedicavam a devolver uma vida normal aos pacientes com intervenções cardiovasculares; estudos nessa época valorizavam a sedestação e a deambulação precoce, favorecendo uma melhora do quadro clínico. A partir do final dos anos 50 as sociedades de cardiologia passaram a enfatizar o exercício físico como uma intervenção na Reabilitação Cardiovascular.²

A Organização Mundial de Saúde define a reabilitação cardiovascular sendo um conjunto de atividades indispensáveis para prevenir as doenças cardiovasculares, condição física, mental e social.³

Um programa de reabilitação cardiovascular é realizado de forma interdisciplinar, entre os quais se destaca o profissional fisioterapeuta, atuando na prescrição de exercícios de reabilitação cardiovascular, fundamentados nas diretrizes e protocolos de exercícios aeróbios e resistência.⁴

A Fisioterapia Cardiovascular tem como objetivo melhorar a função dos sistemas cardiovascular, respiratório, musculoesquelético de forma progressiva e segura, bem como os efeitos psicofisiológicos dos pacientes, dando as condições para um retorno mais rápido as suas atividades cotidianas. Entre seus principais efeitos fisiológicos estão a prevenção do processo aterosclerótico, aumento da capacidade aeróbica levando à maior capacidade de realizar trabalho, aumento da eficiência dos músculos esqueléticos durante o exercício, devido ao aumento do número de mitocôndrias, redução do consumo de oxigênio pelo miocárdio (MVO₂), menor elevação da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) em exercícios submáximos, diminuição dos sintomas e a quantidade de medicamentos utilizados e retorno dos pacientes a uma vida social próxima aos níveis normais, promover modificações do controle autonômico cardíaco.⁵

A intensidade, a duração e a frequência de um programa de reabilitação cardiovascular deverá sempre ser individualizada e progredir gradualmente, em particular nos pacientes com acentuada intolerância ao exercício.⁶

Um estudo de revisão literária realizado por Dalpiaz et al., os autores concluíram que fatores como percepção de esforço, o tempo de exercício em intensidade superior à 80% do VO₂Pico e o tempo de exaustão prolongado, apresentaram maior segurança cardiovascular para o emprego em programas de reabilitação cardiovascular⁷

A Reabilitação Cardiovascular (RCV) é dividida em quatro fases: (Fase I) Programa Hospitalar de exercícios evolutivos em pacientes hospitalizados, após evento coronário agudo, iniciado o mais precocemente possível, a partir das 12-24 horas. (Fase II) intervenção a curto-médio prazo, serviços de prevenção e reabilitação a doentes em meio extra-hospitalar, precocemente, após evento cardiovascular, geralmente nos primeiros 3-6 meses após evento, mas estendendo-se até um ano pós evento. Quando necessário, (Fases III e IV) intervenção em longo prazo, serviços de prevenção e reabilitação para doentes em meio extra-hospitalar, com duração indeterminada.^{8,9}

Os programas de reabilitação cardíaca (RC) vêm se tornando parte adicional do atendimento na cardiologia moderna, com estratégias abrangendo a prevenção secundária que controlam fatores de risco cardiovasculares. O exercício físico além de contribuir no controle de fatores de riscos cardiovasculares, tem sido de ação efetiva na prevenção secundária da doença cardíaca coronária, reduzindo o número de novas internações.^{10,11}

Muito tem se discutido as razões pelas quais se devem desenvolver uma estratégia preventiva na prática clínica, oferecendo ao paciente uma proposta individual de tratamento. A inovação é necessária para melhorar o acesso, captação e adesão deste público.¹¹ Durante a Reabilitação Cardíaca existem muitas variáveis a serem consideradas para determinação da faixa de treino, o que aumenta a probabilidade de erro por parte do profissional. Acompanhar a frequência cardíaca em tempo real e observar essa evolução na forma gráfica irá auxiliar o profissional durante reabilitação.

2. OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo desenvolver um software de monitorização e prescrição da frequência cardíaca durante a reabilitação.

3. METODOLOGIA

O estudo se tratou do desenvolvimento de um software de prescrição e monitorização da frequência cardíaca utilizando os artigos científicos publicados nos bancos de dados em saúde PeDro e Bireme.

O levantamento foi realizado mediante os descritores (1) Fisioterapia; (2) Reabilitação cardiovascular, com as seguintes combinações fisioterapia AND reabilitação cardiovascular.

Seu desenvolvimento foi executado por um profissional em programação de software. Foi elaborado a partir das recomendações de prescrições da frequência cardíaca recomendadas nas diretrizes de diferentes doenças cardiovasculares considerando suas comorbidades.^{12,13,14,15,16,17,18}

O software está alimentado com o cadastro do paciente, anamnese, cadastro dos medicamentos, estratificação de risco para elegibilidade ou inelegibilidade para a reabilitação cardiovascular e cadastro para os valores do teste ergométrico.

Elegibilidade: Ter realizado o teste ergométrico ou ergoespirométrico, infarto agudo do miocárdio (IAM), síndrome coronariana aguda (SCA), angina estável, reparação ou troca valvular, transplante cardíaco ou cardiopulmonar, insuficiência cardíaca crônica, doenças vasculares periférica, doença coronária assintomática e comorbidades associadas controladas.¹⁹ Inelegibilidade: serão pacientes com contraindicações absolutas para prática do exercício físico em programa de reabilitação cardiovascular extra-hospitalar: infarto agudo do miocárdio muito recente (< 72 h), angina instável (< 72 h da estabilização), valvopatias graves sintomáticas com indicação cirúrgica – reabilitação somente após o procedimento cirúrgico, hipertensão arterial descontrolada: PAS > 190 mmHg e/ou PAD > 120 mmHg, insuficiência cardíaca descompensada, arritmias ventriculares complexas e graves, suspeita de lesão de tronco de coronária esquerda instabilizada ou grave, endocardite infecciosa, miocardite, pericardite, cardiopatias congênitas severas não corrigidas, sintomáticas, tromboembolismo pulmonar e tromboflebite – fase aguda, dissecação de aorta – tipo A ou fase aguda do tipo B, obstrução severa sintomática do trato de saída do ventrículo esquerdo com baixo débito esforço-induzido, diabetes mellitus descontrolada, todo quadro infeccioso sistêmico agudo.¹⁹

Após todos os dados inseridos, sua interface mostrará um gráfico, onde a faixa de treinamento sugerida pelo programa é apresentada e o fisioterapeuta poderá monitorar a frequência cardíaca durante a execução do treino.

Foram utilizados 3 casos clínicos fictícios, a fim de manifestar e demonstrar a funcionalidade do software.

- **Caso clínico 1- Hipertensão**

Paciente T.S.B, do sexo feminino 72 anos de idade, ex tabagista, hipertensa controlada, faz uso contínuo dos medicamentos: AAS, Captopril. Procura atendimento fisioterapêutico para reabilitação cardíaca. Apresenta o teste ergométrico com PAS máxima atingida de 145

mmHg e PAD 70 mmHg, FC máxima atingida de 126bpm, FC de repouso 50bpm, após a avaliação o fisioterapeuta opta pelo treinamento na esteira ergométrica.

- **Caso clínico 2- Hipertenso descontrolado e diabético descontrolado**

Paciente L.L.A, do sexo masculino, 56 anos de idade, etilista, hipertenso, diabético e não faz uso de medicamentos, procura atendimento fisioterapêutico para reabilitação cardíaca. Apresenta o teste ergométrico com PAS máxima atingida de 200 mmhg e PAD 130 mmhg e FC máxima atingida de 152 bpm. Na avaliação do fisioterapeuta foi aferida a PAS 180 mmhg e PAD 130 mmhg, FC de repouso 112 bpm.

- **Caso clínico 3- Hipertensão, diabético e insuficiência cardíaca.**

Paciente B.R.A do sexo feminino, 63 anos de idade, tabagista, hipertensa controlada, diabética, insuficiência cardíaca, faz uso contínuo dos medicamentos: Carvedilol, Diurezin, Glifage, AAS, Losartana e Selozok. Com diagnóstico médico de insuficiência cardíaca, procurou atendimento fisioterapêutico para reabilitação cardiovascular. Apresenta teste ergométrico com PAS máxima atingida de 160 mmhg e PAD 100 mmhg e FC máxima atingida de 141 bpm. Na avaliação do fisioterapeuta foi aferida a PAS de 130 mmhg e PAD 80 mmhg, FC de repouso 78 bpm.

4.DIRETRIZES

4.1 Estratificação de risco

Baixo risco
1. Sem disfunção significativa do ventrículo esquerdo (fração de ejeção > que 50%)
2. Sem arritmias complexas em repouso ou induzidas pelo exercício
3. Infarto do miocárdio; cirurgia de revascularização miocárdica, angioplastia coronária transumia percutânea, não complicados
4. Ausência de insuficiência cardíaca congestiva ou sinais/sintomas que indiquem isquemia pós-evento

5. Assintomático, incluindo ausência de angina com o esforço ou no período de recuperação
6. Capacidade funcional igual ou > que 7 METS (em teste ergométrico incremental)
Risco Moderado
1. Disfunção ventricular esquerda moderada (fração de ejeção entre 40% e 49%)
2. Sinais/sintomas, incluindo angina em níveis moderados de exercício (5 - 6,9 METS) ou no período de recuperação
Alto risco
1. Disfunção grave da função do ventrículo esquerdo (fração de ejeção menor que 40%)
2. Sobreviventes de parada cardíaca
3. Arritmias ventriculares complexas em repouso ou com o exercício
4. Infarto de miocárdio ou cirurgia cardíaca complicadas com choque cardiogênico; insuficiência cardíaca congestiva e/ou sinais/sintomas de isquemia pós-procedimento
5. Hemodinâmica anormal com o exercício (especialmente curva deprimida ou queda da pressão arterial sistólica, ou incompetência cronotrópica não medicamentosa com o incremento da carga)
6. Capacidade funcional menor a 5 METS
7. Sintomas e/ou sinais, incluindo angina a baixo nível de exercício (< 5 METS) ou no período de recuperação
8. Infra desnível do segmento ST isquêmico durante exercício (maior a 2 mm)

Fonte: Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular 2014.

4.2 Hipertensão arterial

A prevalência de Hipertensão Arterial (HA) no Brasil varia de acordo com a população estudada e o método de avaliação, uma meta-análise desenvolvida com 40 estudos transversais e de coorte incluídos mostraram tendência a diminuição da prevalência nas últimas três décadas, de 36,1% para 31,0%. Estudo com 15.103 servidores públicos de seis

capitais brasileiras observou prevalência de HA em 35,8%, com predomínio entre homens (40,1% vs 32,2%).⁹

A partir disso, a Associação Brasileira de Cardiologia descreveu orientações para estes pacientes. Para a prática de atividade física no mínimo 30 min./dia de atividade física moderada, de forma contínua (1 a 30 min.) ou acumulada (2 a 15 min. ou 3 a 10 min.) em 5 a 7 dias da semana. Treinamento aeróbico composto por várias modalidades: andar, correr, dançar, nadar, entre outras. Pelo menos de 3 a 5 vezes/semana. Pelo menos 30 min a 50 min com mensuração da intensidade moderada definida por: 1) Maior intensidade conseguindo conversar (sem ficar ofegante), 2) Sentir-se entre ligeiramente cansado, 3) Manter a frequência de treino (FC) na faixa calculada por: $FC \text{ treino} = (FC \text{ máxima} - FC \text{ repouso}) \times \% + FC \text{ repouso}$, onde FC máxima deve ser obtida num teste ergométrico máximo feito em uso dos medicamentos regulares. FC repouso deve ser medida após 5 min. de repouso deitado. Utilizar 50% como limite inferior e 70% como superior. Treinamento resistido 2 a 3 vezes/semana, 8 a 10 exercícios para os principais grupos musculares, dando prioridade para execução unilateral, quando possível. 1 a 3 séries de 10 a 15 repetições até a fadiga moderada (redução da velocidade de movimento e tendência à apneia), descansos longos passivos - 90 a 120 segundos.³

4.3 Diabetes

A Diabetes Mellitus se consolida pela exacerbação da glicose sanguínea. A insulina hormônio, produzido pelo pâncreas, articula a entrada da glicose nas células, assim desempenhando suas funções, por outro lado, a falta desse hormônio resulta em promover um acúmulo da glicose no sangue. Em 2014, 422 milhões pessoas eram diabéticas, sendo uma das principais causas de acidente vascular cerebral, patologias cardiovasculares, perda dos membros inferiores. A Organização Mundial da Saúde estimava que em 2016 que 1,6 milhões mortes seriam diretamente causadas por diabetes.²⁰

Estudos mostram que a atividade física é umas das bases do tratamento do diabetes.²¹ Sendo assim, o combate ao sedentarismo tem impacto bastante significativo tanto na melhora do controle glicêmico quanto na melhora de certas comorbidades, como excesso de peso, hipertensão arterial, dislipidemia, risco cardiovascular, insônia, entre outras. As recomendações das intensidades do exercício aeróbico moderado quando o exercício envolve entre 40 e 60% do $Vo2máx$ n (~ 50 a 70% da frequência cardíaca máxima (FC Max) e vigorosa quando exercício envolve > 60% do $VO2máx$ (> 70% da FC Max). Intensidade do

exercício de resistência: é considerada alta se a resistência for > 75% do máximo que pode ser levantado de uma única vez ($\geq 75\%$ em uma repetição máxima (RM) e moderada quando a resistência for equivalente a 50 a 74% em uma RM.²⁰

4.4 Dislipidemias

Fundamentações acumuladas ao longo das últimas décadas mostram que o exercício físico tem papel muito importante na prevenção e no tratamento de DCV. Ele melhora a estrutura e a função vascular, aumenta os níveis de HDL-c (Grau de Recomendação: I; Nível de Evidência: B) Redução da concentração plasmática de TG tem sido consistentemente demonstrada (Grau de Recomendação: I; Nível de Evidência: A). Em relação aos exercícios físicos a Atualização Da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose – 2017, reforça com a duração de 60 minutos e intensidade entre o limiar aeróbio e o ponto de compensação respiratória, ou 60 a 80% da frequência cardíaca de pico. A frequência deve ser de três a cinco sessões por semana, exercício de resistência muscular localizada com intensidade menor ou igual a 50% da força de contração voluntária máxima (15 a 20 minutos) e exercícios de alongamento e relaxamento (5 minutos).²²

4.5 Obesidade

Com relação a prática de atividade física, não há indícios de qual seria a prescrição mais adequada. Tanto para adultos quanto para crianças e adolescentes, há um extensivo debate na literatura de qual seria a duração, intensidade e frequência ideais para o exercício. É evidente que o incremento do gasto energético com diminuição de hábitos sedentários e aumento de exercícios físicos é determinante para perda de peso. É consenso que a prescrição deve ser adequada ao sexo e à idade.²³

Um artigo coletou 39 pacientes que atendiam o critério de inclusão, o índice de massa corporal (IMC) de 30% (n = 12) das pacientes indicaram sobrepeso e 70% (n = 27) eram obesas, e 63% das pacientes obesas tinham mais de 40 anos. Em relação aos fatores de risco, 38% (n = 15) da amostra apresentou hipertensão; 26% (n = 10), diabetes; e 79% (n = 31) apresentavam dislipidemia, onde foi possível observar que 95% (n = 37) da população estudada apresentavam circunferência abdominal ≥ 80 cm, e quase metade da amostra (48%; n=19) apresentou os níveis

de TG acima de 150 mg/dl, concluindo que a obesidade central esteve associada a uma maior incidência de desenvolvimento de fatores de risco relacionados a doenças cardiovasculares.²³

4.6 Pós infarto agudo do miocárdio

O exercício físico é um grande aliado na prevenção e no tratamento não medicamentoso das doenças cardiovasculares. Os benefícios da reabilitação nos pacientes pós- Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) são: melhora da angina, redução de isquemia induzida pelo esforço, melhora da capacidade funcional e do controle dos fatores de risco e redução da mortalidade por todas as causas em 20%.⁸

A V Diretriz Da Sociedade Brasileira De Cardiologia preconiza que pacientes de baixo risco podem ser adaptados a níveis mais elevados de intensidade de atividade física. Monitorização eletrocardiográfica pode ser necessário para pacientes que apresentem arritmias desencadeadas ou agravadas pelo esforço e limiar baixo de isquemia silenciosa. Na presença de isquemia, recomenda-se monitorização por seis a 12 sessões, até que se estabeleça o nível de tolerância ao exercício. A prescrição de exercícios deve levar em consideração critérios rígidos para pacientes coronariopatas, como: modo, frequência, duração, intensidade e progressão do esforço.³

As atividades devem ser realizadas entre três a cinco vezes por semana, podendo ser intercaladas, mas sempre privilegiando as atividades aeróbicas. A realização do exercício deve ser supervisionada com intensidade moderada, mantendo-se sempre entre 50 e 80% da FC máxima adquirida no teste ergométrico antes da alta hospitalar e limitada a alterações sintomáticas, eletrocardiografias e hemodinâmicas. Já as atividades de exercícios resistidos devem respeitar os limites de 30 a 40% da força voluntária máxima.¹¹

4.7 Pós revascularização miocárdica

Programas de reabilitação cardíaca vêm se mostrando benéficos na redução da morbidade e na mortalidade após a Cirurgia de Revascularização Miocárdica

(CRM). Após a cirurgia, muitos pacientes perdem qualidade de vida e uma diminuição na capacidade funcional que podem ser resgatadas com o treinamento físico regular.²⁴

O paciente deve retornar a seu médico para revisões a cada 4 a 6 meses, ou conforme a necessidade do caso, 30 dias após a cirurgia, deve verificar as condições das incisões cirúrgicas, estado hemodinâmico, exame físico, ecocardiograma e revisão do tratamento farmacológico. As revisões seguintes devem realizar ecocardiogramas e exames bioquímicos. Nos pacientes assintomáticos: teste ergométrico entre 6 e 12 meses com finalidade de avaliar capacidade funcional para a prescrição de exercícios.²⁴

4.8 Insuficiência Cardíaca

Estudos têm demonstrado que o treinamento físico regular é seguro, aumenta a tolerância aos exercícios, melhora a qualidade de vida e reduz hospitalizações por insuficiência cardíaca (IC). Programas de exercício estão protocolados há mais de duas décadas e promovem progressivo aumento da capacidade funcional, requerendo aumento gradual da carga de trabalho de 40 a 70% do esforço máximo, por 20 a 45 minutos, três a cinco vezes por semana, por 8 a 12 semanas. A associação do treinamento físico aeróbico aos exercícios resistidos com pesos de 40 a 60% da contração voluntária máxima (CVM) tem sido sugerida por revisão sistemática, com benefícios adicionais.²⁵

4.9 Pós transplante cardíaco

Os objetivos e desafios após um transplante cardíaco são: diminuição da frequência cardíaca basal com o treinamento, promover um incremento na frequência cardíaca durante o trabalho submáximo, amenizar o sobrepeso ou diminuir o peso, obtendo deste modo um equilíbrio nos efeitos colaterais da terapia imunossupressora, manutenção da pressão arterial (PA) em valores menores a 130/80 mmHg, oferecer ao paciente um suporte para seu manejo psicossocial. 10. Quanto à atividade física, o ideal é iniciar suas caminhadas a passo lento, entre 1,5 a 2 km e ir aumentando a distância devagar, mantendo a percepção do esforço de acordo com a escala de Borg, entre 12-14. O exercício aeróbico deve ser realizado no início com uma intensidade menor que 50% do VO₂ de pico ou 10% abaixo do limiar anaeróbico

(guiado pela frequência cardíaca). O treinamento deve iniciar-se desde a hospitalização, seguindo na fase II entre a 2ª e 3ª semana pós-transplante. Deve ser interrompido o exercício durante o período de administração de terapia com pulsos esteroides. O exercício de resistência será adicionado já ao se entrar na 6ª e 8ª semana. Em um primeiro momento, serão com banda elástica (2 a 3 circuitos com 10 a 12 repetições, com período de recuperação acima de um minuto entre cada circuito e com intensidade de 40 a 70% da contração voluntária máxima.²⁶

5. RESULTADOS

O uso da tecnologia na saúde tem sido cada vez mais importante e vem ganhando espaço na reabilitação cardiovascular, mais estudos têm procurado buscar uma eficácia para essa abordagem tecnológica tornando o tratamento mais eficaz e seguro.

O presente estudo desenvolveu um software de Reabilitação Cardíaca baseado em protocolos de treinamento aeróbios preconizados pelas diretrizes das principais doenças cardiovasculares. O software constará com quatro abas, sendo a primeira os dados do paciente: nome, data de nascimento, sexo, cadastro de pessoas físicas, identidade, telefones, e-mail e observações.

Figura 1 - Dados pessoais

Fonte: O autor.

A segunda aba os medicamentos, onde serão catalogados e armazenados, uma vez que, eles terão papel importante na prescrição dos exercícios.

Figura 2 - Lista de medicamentos

Fonte: O autor.

Figura 3 – Inelegibilidade e Estratificação de Risco

Na terceira aba estarão inseridas as estratificações de risco, possibilitando ao fisioterapeuta eleger ou não o paciente para a reabilitação cardiovascular. A partir do momento em que o profissional classificar o paciente, automaticamente o sistema vai gerar um cálculo de treino baseado na frequência cardíaca da patologia elegida.

Paciente Inelegível:

	Descrição
<input type="checkbox"/>	Angina instável (< 72 h da estabilização)
<input type="checkbox"/>	Arritmias ventriculares complexas, graves
<input type="checkbox"/>	Cardiopatias congênitas severas não corrigidas, sintomáticas
<input type="checkbox"/>	Diabetes melito descontrolada
<input type="checkbox"/>	Dissecção de aorta – tipo A ou fase aguda do tipo B
<input type="checkbox"/>	Endocardite infecciosa, miocardite, pericardite
<input type="checkbox"/>	Hipertensão arterial descontrolada: PAS > 190 mmHg e/ou PAD > 120 mmHg
<input type="checkbox"/>	Infarto agudo do miocárdio muito recente (< 72 h)
<input type="checkbox"/>	Insuficiência cardíaca descompensada
<input type="checkbox"/>	Obstrução severa sintomática do trato de saída do ventrículo esquerdo com baixo débito esforço-induzido
<input type="checkbox"/>	Suspeita de lesão de tronco de coronária esquerda, instabilizada ou grave
<input type="checkbox"/>	Todo quadro infeccioso sistêmico agudo PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica
<input type="checkbox"/>	Tromboembolismo pulmonar e tromboflebite – fase aguda
<input type="checkbox"/>	Valvopatias graves sintomáticas com indicação cirúrgica – Reabilitar somente após o procedimento cirúrgico

Fonte: O autor.

Paciente Elegível:

Figura 4 – Elegibilidade e Estratificação de Risco

	Descrição
<input type="checkbox"/>	Angina estável
<input checked="" type="checkbox"/>	Diabetes controlada
<input type="checkbox"/>	Doenças vasculares periféricas, doença coronária assintomática
<input checked="" type="checkbox"/>	Hipertensão controlada
<input type="checkbox"/>	Infarto Agudo do Miocárdio (IAM)/Síndrome coronariana aguda (SCA)
<input checked="" type="checkbox"/>	Insuficiência cardíaca crônica
<input type="checkbox"/>	Reparação ou troca valvular
<input type="checkbox"/>	Ter realizado o teste ergométrico ou ergoespirométrico
<input type="checkbox"/>	Transplante cardíaco ou cardiopulmonar

© 2019 - Spes Desenvolvimento de Sistemas

Fonte: O autor.

Na quarta aba estarão os dados do último teste ergométrico realizado pelo paciente onde será cadastrada a frequência cardíaca máxima atingida no teste de esforço, pressão arterial sistólica e diastólica máxima.

Figura 5 - Teste Ergométrico

Reab Cadastros ▾ Treino Olá, spes! Sair

Dados
Medicamentos
Fatores
Teste Ergométrico

FC Max

PAS

PAD

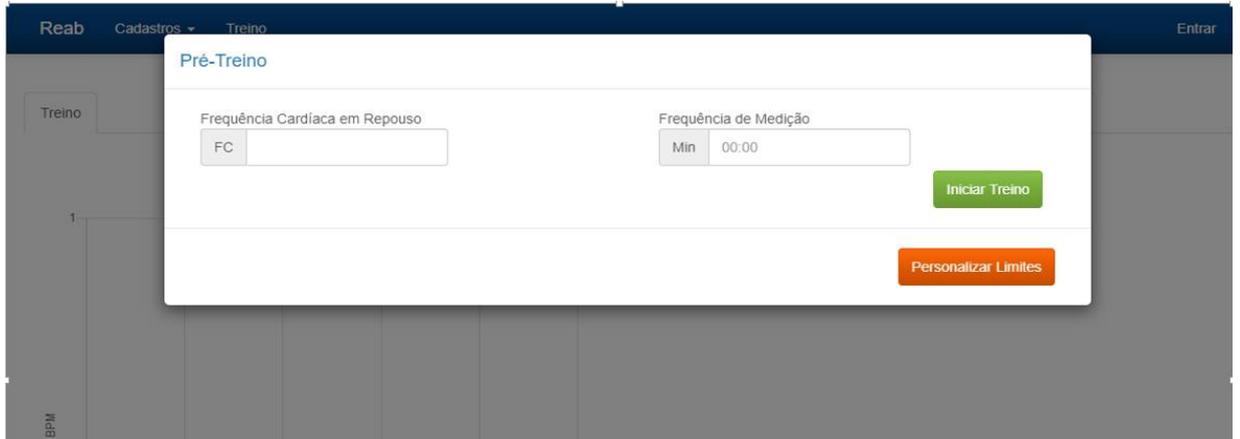
© 2019 - Spes Desenvolvimento de Sistemas

Fonte: O autor.

A aba treino será subdividida em pré-treino e pós-treino, no campo pré-treino será cadastrada a pressão arterial em repouso e frequência cardíaca em repouso, bem como o tempo desejado pelo o fisioterapeuta para a coleta da frequência cardíaca do paciente, ou

mesmo personalizar os limites de percentual desejado da frequência cardíaca a partir da necessidade de evolução do paciente.

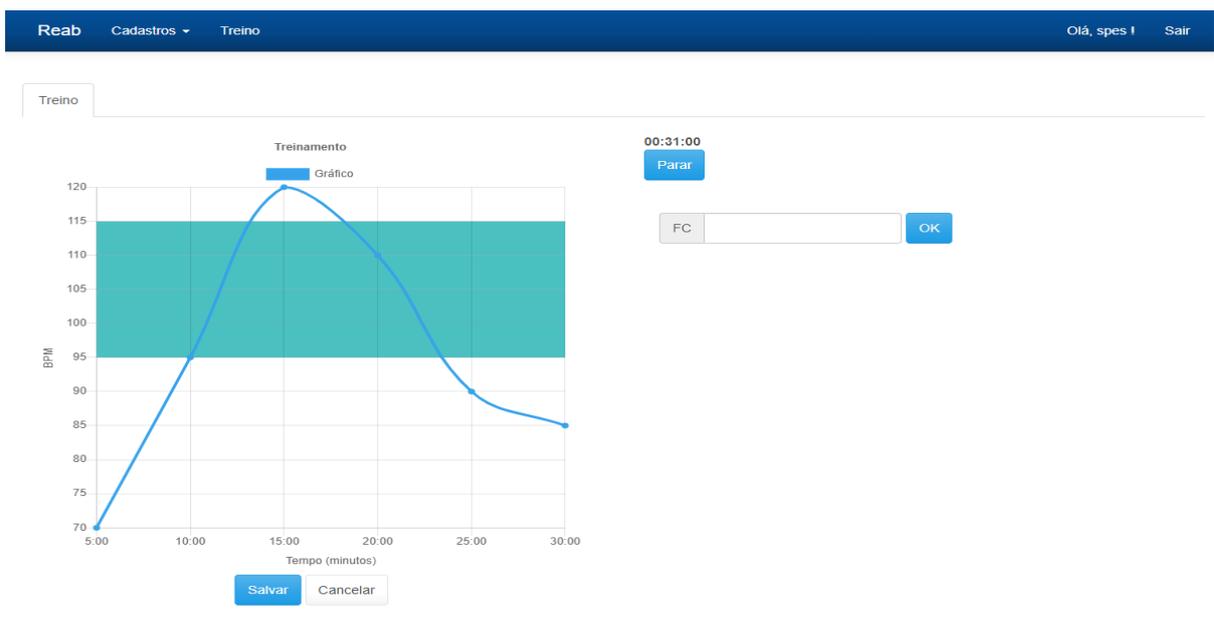
Figura 6 - Pré Treino



Fonte: O autor.

Após iniciada a sessão aparecerá o gráfico do treino onde o eixo “X” está representado pela frequência cardíaca em batimentos por minutos. O eixo “Y” está representado o tempo de coleta de dados; a representação em verde é a faixa de treinamento do paciente que poderá ser estabelecida pela diretriz da patologia ou os limites desejados pelo fisioterapeuta.

Figura 7 - Gráfico de execução de treino

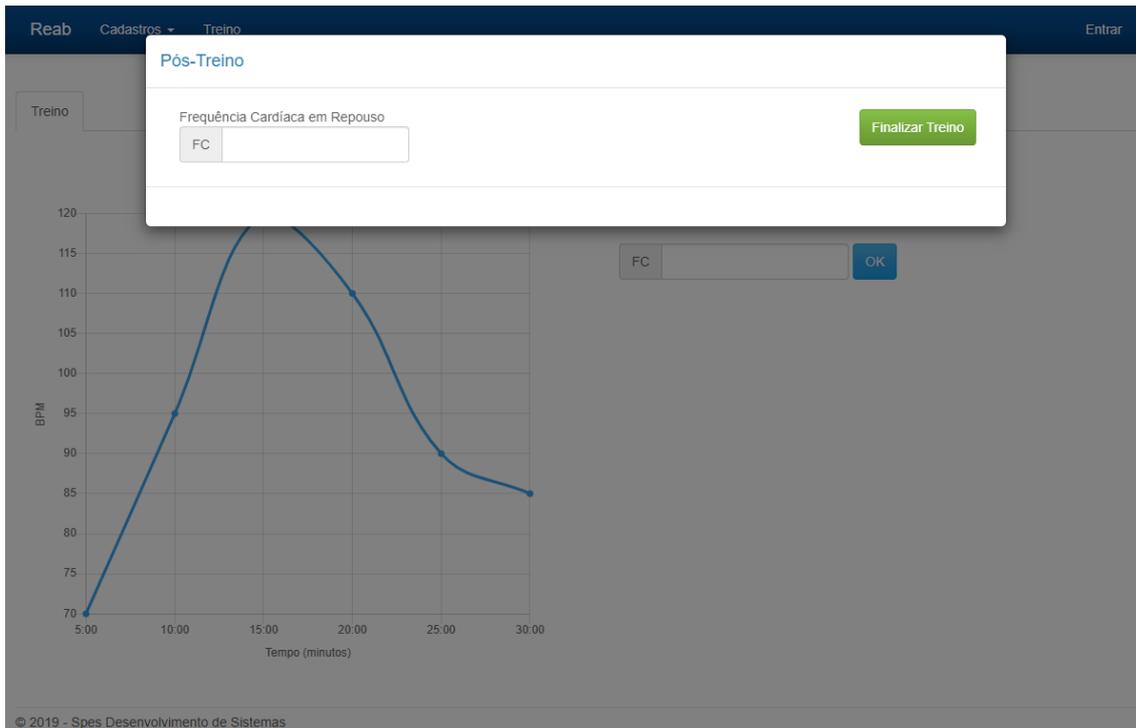


© 2019 - Spes Desenvolvimento de Sistemas

Fonte: O autor.

Na aba pós treino, será registrado 10 min após o término do exercício a frequência cardíaca e pressão arterial do paciente. Finalizado a sessão será gerado um relatório em gráficos da sessão executada do paciente.

Figura 8 - Gráfico pós treino



Fonte: O autor

6. DISCUSSÃO

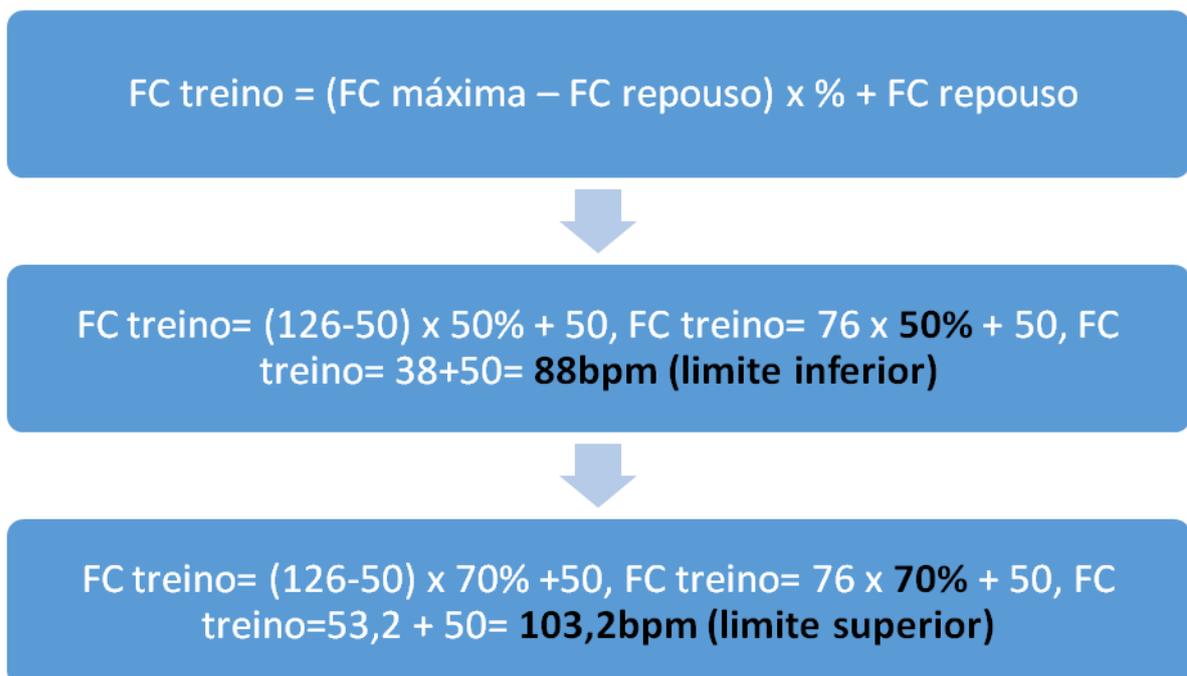
Para teste da funcionalidade do Software foram criados três casos clínicos fictícios com comorbidades variadas.

No caso clínico 1, para prescrição da reabilitação cardíaca do paciente hipertenso o software utilizou a fórmula $FC \text{ treino} = (FC \text{ máxima} - FC \text{ repouso}) \times \% + FC \text{ repouso}$, onde FC máxima foi obtida no teste ergométrico, FC repouso medida após 10 minutos de repouso deitado, e utilizando 50% como limite inferior e 70% como limite superior, segundo a VII Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial 2016.

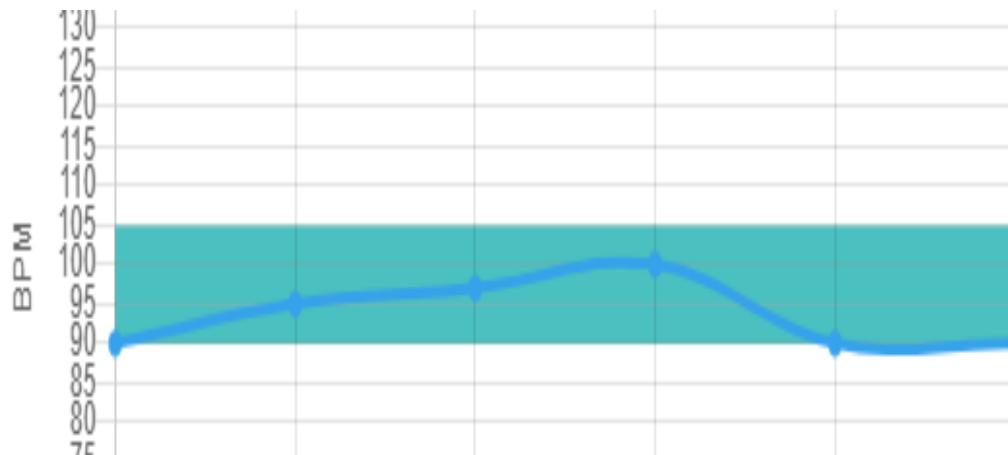
Figura 9 - Estratificação de Risco caso 1

	Descrição
<input type="checkbox"/>	Angina estável
<input type="checkbox"/>	Diabetes controlada
<input type="checkbox"/>	Doenças vasculares periféricas, doença coronária assintomática
<input checked="" type="checkbox"/>	Hipertensão controlada
<input type="checkbox"/>	Infarto Agudo do Miocárdio (IAM)/Síndrome coronariana aguda (SCA)
<input type="checkbox"/>	Insuficiência cardíaca crônica
<input type="checkbox"/>	Reparação ou troca valvular
<input type="checkbox"/>	Ter realizado o teste ergométrico ou ergoespirométrico
<input type="checkbox"/>	Transplante cardíaco ou cardiopulmonar

Fonte: O autor.

Figura 10-Cálculo de Simulação caso 1

Fonte: O autor.

Figura 11-Zona de treinamento Caso clínico 1

Fonte: O autor.

Caso clínico 2, o paciente compareceu na clínica de fisioterapia para a sessão de reabilitação cardiovascular, após inserir os dados do paciente no software e classificando-o como hipertenso descontrolado P.A.S. 180mmHg e P.A.D. 130mmHg e não foi realizado o atendimento, pois o software informou que este paciente não é elegível segundo as contraindicações absolutas para a prática de exercício físico em programa de reabilitação cardiovascular extra hospitalar.

Resultados:

Figura 12-Paciente inelegível caso 2

Descrição	Status
<input type="checkbox"/> Angina instável (< 72 h da estabilização)	Desselecionado
<input type="checkbox"/> Arritmias ventriculares complexas, graves	Desselecionado
<input type="checkbox"/> Cardiopatias congênitas severas não corrigidas, sintomáticas	Desselecionado
<input checked="" type="checkbox"/> Diabetes melito descontrolada	Selecionado
<input type="checkbox"/> Dissecção de aorta – tipo A ou fase aguda do tipo B	Desselecionado
<input type="checkbox"/> Endocardite infecciosa, miocardite, pericardite	Desselecionado
<input checked="" type="checkbox"/> Hipertensão arterial descontrolada: PAS > 190 mmHg e/ou PAD > 120 mmHg	Selecionado
<input type="checkbox"/> Infarto agudo do miocárdio muito recente (< 72 h)	Desselecionado

Fonte: O autor.

Caso clínico 3, o paciente possui três comorbidades hipertensão, diabetes e insuficiência cardíaca, após inserir os dados do paciente no software, o mesmo fez um cruzamento de informações seguindo os protocolos de faixa de zona de treinamento, identificou que a insuficiência cardíaca preconiza uma faixa de 40% a 70% da FC máxima atingida no teste ergométrico, a hipertensão de 50% a 70% da FC máxima atingida no teste ergométrico e diabetes com 50% a 70% da FC máxima apresentada no teste ergométrico, é de suma importância medir os valores da glicemia capilar antes da sessão, caso o paciente apresente glicemia <100 mg/dl ou >300mg/dl devem ser tomadas precauções junto a equipe interdisciplinar. Para esse paciente em específico o software irá utilizar a menor porcentagem de treinamento preconizado pela diretriz da insuficiência cardíaca que é a comorbidade mais grave que ele apresenta usando 40% a 70% da FC máxima como margem de segurança.

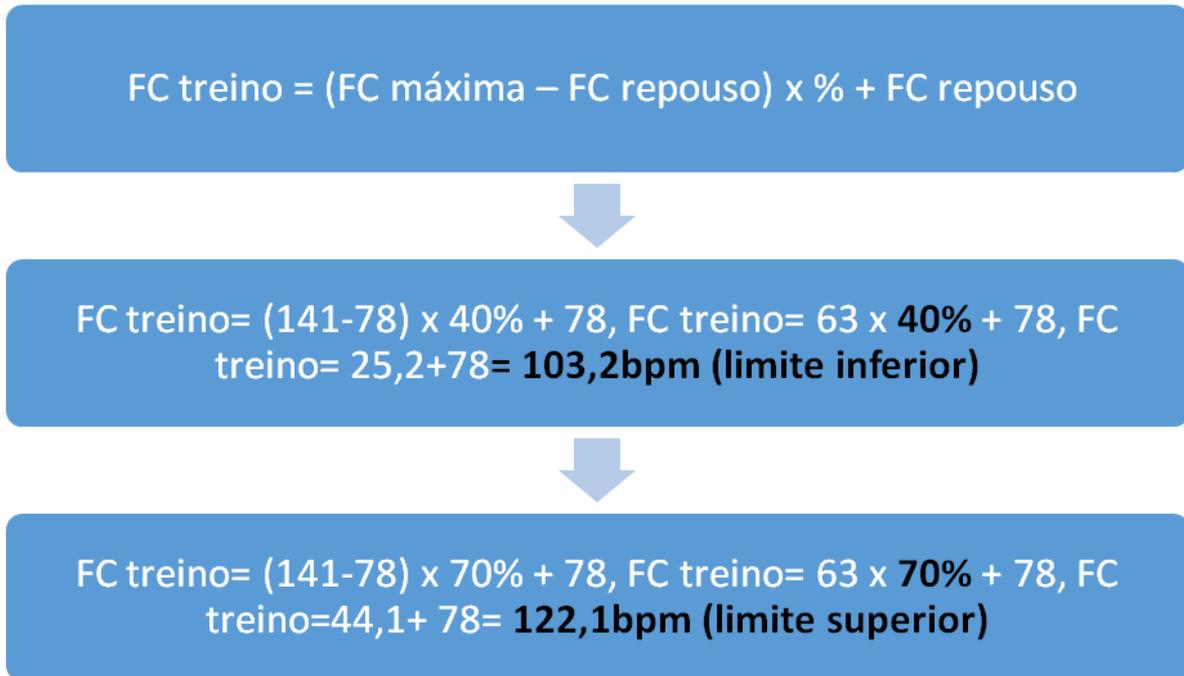
Figura 13- Estratificação de risco caso 3

	Descrição
<input type="checkbox"/>	Angina estável
<input checked="" type="checkbox"/>	Diabetes controlada
<input type="checkbox"/>	Doenças vasculares periféricas, doença coronária assintomática
<input checked="" type="checkbox"/>	Hipertensão controlada
<input type="checkbox"/>	Infarto Agudo do Miocárdio (IAM)/Síndrome coronariana aguda (SCA)
<input checked="" type="checkbox"/>	Insuficiência cardíaca crônica
<input type="checkbox"/>	Reparação ou troca valvular
<input type="checkbox"/>	Ter realizado o teste ergométrico ou ergoespirométrico
<input type="checkbox"/>	Transplante cardíaco ou cardiopulmonar

Salvar

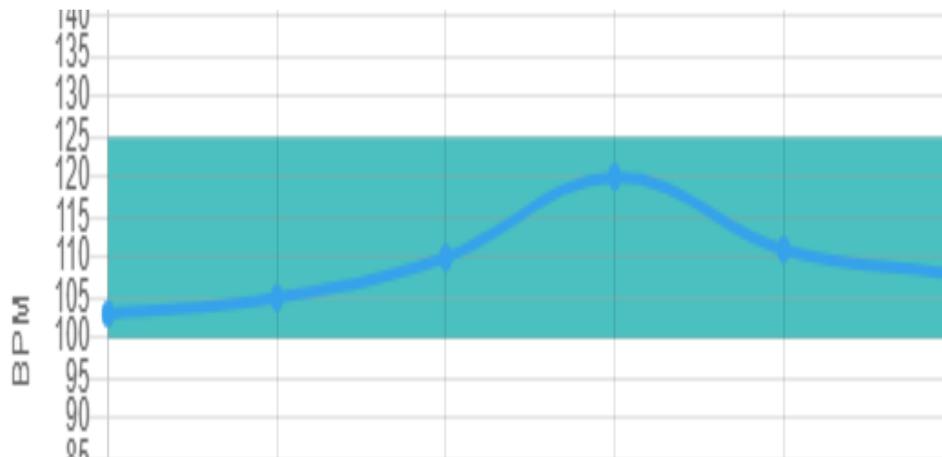
Cancelar

Fonte: O autor.

Figura 14 Cálculo de Simulação caso 3

Fonte: O autor.

Resultado:

Figura 15- Zona de treinamento caso clínico 3

Fonte: O autor.

O software se mostrou funcional perante os dados fictícios inseridos para seu teste de funcionalidade.

Vale ressaltar que o software não substitui o profissional apenas auxilia minimizando o erro e otimizando tempo, uma vez que os dados forem inseridos de maneira correta o

software sempre irá determinar a faixa de treino ideal para cada paciente buscando em seus dados o que a diretriz preconiza.

Outra vantagem é controlar a FC pelo gráfico, o que diminui a chance de erro do profissional porque se torna algo visual e de fácil monitorização.

É importante monitorar a FC durante o exercício e no pós treino, pois a literatura mostra que se o paciente tem uma redução menor que 12bpm no primeiro minuto após o treino ele possui um alto risco de mortalidade sendo cardiopata ou não.²⁷ Tereza Cristina Barbosa Lins et al, corrobora com o assunto preconizando que um declínio atenuado da frequência cardíaca após teste ergométrico, também é considerado preditor de mortalidade cardiovascular, por refletir disfunção autonômica vagal.²⁸

Novos estudos são necessários para a validação do software, sendo uma das formas, comparar a faixa de treino prescrita pelo software com a faixa prescrita por especialistas mostrando se o programa é confiável.

7.CONCLUSÃO

O software mostrou potencial para realizar a determinação da frequência cardíaca de treinamento minimizando a chance de erro por parte do profissional.

8.REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. World HO, Da Saúde OP americana. Doenças cardiovasculares. 2015. https://www.paho.org/bra/index.php?Option=com_content&view=article&id=5253:doencas-cardiovasculares&Itemid=1096. Accessed July 5, 2019.
2. Cristo D de, Nascimento NP do, Dias AS, Sachetti A. Telerehabilitation for Cardiac Patients: Systematic Review. *Int J Cardiovasc Sci.* 2018;31(4):443-450. Doi:10.5935/2359-4802.20180032
3. Pages E, Session C. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Angina Instável e Infarto Agudo do Miocárdio sem supradesnível do segmento st. *Arq Bras Cardiol.* 2013;102.
4. Muela, H. C. S.; Bassan, R.; Serra SM. Avaliação dos benefícios funcionais de um programa de reabilitação cardíaca. *Rev Bras Cardiol.* 2011;24(4):241-250.
5. Polifen DE, Extra IS, Totais V, et al. Procedimento operacional padrão. *Rev Pop/Unidade Reabil.* 2016;10:5-29.
6. Angelis K De, Do M, Brasileiro S, et al. Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul. *Cardiol.* 1920;1982(Figura 1):1-7.
7. Dalpiaz, Morgana Ricardo; Dorneles, Gilson Pires; Souza, Mariana Pinkoski; Peres, Alessandra; Monteiro, Mariane Borba; Souza MP. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade: quebrando paradigmas na reabilitação cardiovascular. *RBPFEEX - Rev Bras Prescrição e Fisiol do Exerc.* 2016;10(57):16-28. [Http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/813](http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/813).
8. César LAM. Cardiovascular Rehabilitation in Coronary Artery Disease and Better Knowledge of Its Own Disease. *Arq Bras Cardiol.* 2018;85-86. Doi:10.5935/abc.20180258
9. Pedro J, Neves L, Felipe L, et al. artigo original Efeitos da realidade convencional e Virtual Reabilitação Cardiovascular na composição corporal e capacidade funcional de pacientes com doenças cardíacas: Ensaio clínico randomizado Abstrato Introdução Design experimental Métodos aspectos . 2018;31(6):619-629.
10. Rocha RM, Martins WA. Manual de Prevenção Cardiovascular.; 2017.

11. Silva JPLN, Novaes LFM, Santos LCR dos, et al. Effects of Conventional and Virtual Reality Cardiovascular Rehabilitation in Body Composition and Functional Capacity of Patients with Heart Diseases: Randomized Clinical Trial. *Int J Cardiovasc Sci.* 2018;31(6):619-629. Doi:10.5935/2359-4802.20180071
12. Colafranceschi AS, Freitas Junior AF de, Ferraz AS, et al. Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda. *Arq Bras Cardiol.* 2018;436-539. Doi:10.5935/abc.20180190
13. Departamento R, Estudos D, Cardíaca I, et al. Diretrizes 3ª Diretriz Brasileira de Transplante Cardíaco Diretrizes. 2018;111(2):230-289. Doi:10.5935/abc.20180153
14. Brasileira S. Diretriz Brasileira baseada em evidências sobre prevenção de doenças cardiovasculares em pacientes com diabetes: posicionamento da Sociedade Brasileira de Diabetes (sbd), da Sociedade Brasileira de Cardiologia (sbc) e da Sociedade Brasileira de Endocrinol. 2017;109.
15. Luis D, Montera MW, Bocchi EA, et al. Diretrizes Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda Diretrizes. :436-539. Doi:10.5935/abc.20180190
16. Brasileira S. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose – 2017. 2017;109.
17. Malachias M, Souza W, Plavnik FL, Rodrigues C, Brandão A. 7ª Diretriz Brasileira De Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107(3). Doi:10.5935/abc.2013S010
18. Brasileira S. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Angina Instável e Infarto Agudo do Miocárdio sem supradesnível do segmento st (ii edição, 2007) – atualização 2013/2014. 2014;102.
19. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz Sul-americana de Cardiovascular Prevenção e Reabilitação. *Arq Bras Cardiol.* 2014;103(2).
20. Faludi A, Izar M, Saraiva J, et al. Diretriz Brasileira Baseada em Evidências sobre Prevenção de Doenças Cardiovasculares em Pacientes com Diabetes. *Arq Bras Cardiol.* 2017;109(6 supl.1):1-48. Doi:10.5935/abc.20170188
21. Diabetes SB de. Como prescrever o exercício no tratamento do diabetes mellitus. Diretrizes da Soc Bras Diabetes 2014-2015. 2015;1(1):42-47.

22. André Arpad Faludi, Maria Cristina de Oliveira Izar, José Francisco Kerr Saraiva, Ana Paula Marte Chacra HT, Bianco, Abrahão Afiune Neto, Adriana Bertolami, Alexandre C. Pereira, Ana Maria Lottenberg, Andrei C. Sposito A, Carlos Palandri Chagas, Antonio Casella Filho, Antônio Felipe Simão, Aristóteles Comte de Alencar Filho BC, et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose - 2017. *Arq Bras Cardiol.* 2017;109(1):76. Doi:10.5935/abc.20170121
23. Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2016. 2016.
24. Lima R de C, Kubrusly LF, Nery AC de S, et al. Diretrizes da Cirurgia de Revascularização Miocárdica Valvopatias e Doenças da Aorta. *Arq Bras Cardiol.* 2004;82. Doi:10.1590/S0066-782X2004001100001
25. Ghorayeb N, Stein R, Daher DJ, et al. The Brazilian Society of Cardiology and Brazilian Society of Exercise and Sports Medicine Updated Guidelines for Sports and Exercise Cardiology - 2019. *Arq Bras Cardiol.* 2019;326-368. Doi:10.5935/abc.20190048
26. Bacal F, Marcondes-Braga FG, Rohde LEP, et al. 3ª Diretriz Brasileira de Transplante Cardíaco. *Arq Bras Cardiol.* 2018;111(2):230-289. Doi:10.5935/abc.20180153
27. Xavier AS, Le S, Laranjeiras C, Federal U. Recuperação da Frequência Cardíaca após Exercício Físico e Cintilografia de Perfusão Miocárdica. :19-20. Doi:10.1097/HJR.0b013e32833188e0.32.
28. Cristina T, Lins B, Valente LM, Celestino D, Filho S, Barbosa O. *Cardiologia.* 2015;34(1).