



Proposta para Grupo de Trabalho 2022

GT_ReabNet – Rede de Telereabilitação por meio de Realidade Virtual e Realidade Aumentada

Prof. Eduardo Lázaro Martins Naves, Dr.
Núcleo de Tecnologia Assistiva (NTA – UFU)
Universidade Federal de Uberlândia
Julho/2021

1. Título

Rede de Telereabilitação por meio de Realidade Virtual e Realidade Aumentada.

2. Coordenador Acadêmico

Nome: Eduardo Lázaro Martins Naves

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Data de nascimento: 02/07/1970

CPF: 691.339.566-34

Telefones de contato: Celular: (34) 99688-4437 | Residencial: (34) 99688-4437 |
Comercial: (34) 3239-4243

E-mail: eduardonaves@ufu.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5450557733379720>

Maior titulação: Doutor **Ano de obtenção do título:** 2006

3. Assistente de Inovação

Nome: Maria Aparecida Ferreira de Mello

Instituição: Technocare Mobilidade e Inclusão

Data de nascimento: 08/07/1965

CPF: 51803054620

Telefones de contato: (11) 970983103

E-mail: mariademello@technocare.net.br **Currículo**

Lattes: www.linkedin.com/in/mariademello

<http://lattes.cnpq.br/0191038377240881>

Maior titulação: Doutora **Ano de obtenção do título:** 1999

4. Tópicos de Interesse Telessaúde.

5. Parcerias e respectivas contrapartidas

Este projeto será desenvolvido mediante uma parceria entre a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e uma equipe multidisciplinar de profissionais com experiência nas áreas de tecnologia da informação/engenharia e empreendedorismo/ inovação em saúde. A parceria acontecerá no seguinte formato: (a) Todo o suporte científico e tecnológico necessário a execução do projeto será fornecido pela equipe de profissionais mediante fomento da RNP. (b) Elaboração conjunta da especificação, do projeto e a implementação da solução; (c) Realização conjunta da análise e validação dos resultados durante o processo de teste do protótipo. E, para viabilizar essa parceria, a equipe de desenvolvimento deste projeto contará com recursos humanos (coordenador e estudantes de graduação e pós-graduação) além de toda a infraestrutura da UFU que será integralmente disponibilizada ao projeto a título de contrapartida.

Universidade Federal de Uberlândia

Nome do coordenador: Eduardo Lázaro Martins Naves

Cargo: Professor Associado IV

Telefones de contato: Celular: (34) 99688-4437 | Comercial: (34) 3239-4243

E-mail: eduardonaves@yahoo.com.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5450557733379720>

Contribuição e contrapartida: O professor Eduardo Lázaro Martins Naves é coordenador do Núcleo de Tecnologia Assistiva (www.nta.ufu.br) e possui experiência na pesquisa e no desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva como, por exemplo, destinados à comunicação alternativa por meio de comandos musculares

(<http://www.youtube.com/watch?v=aAZUFeUxL8M>) e para reabilitação motora humana (<https://globoplay.globo.com/v/7462066/>). O Prof. Eduardo realizou Pós-Doutorado em Bioengenharia pela Universidade de Lorraine - França (2009-2010) onde trabalhou na área de tecnologia assistiva. É membro do instituto francês de pesquisas em tecnologias assistivas (*Institut Fédératif de Recherche sur les Aides Techniques pour le Handicap* ou IFRATH). É coordenador do Núcleo de Tecnologia Assistiva da UFU (NTA-UFU), o qual é integrante da Rede Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Tecnologia Assistiva, coordenada pelo Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CNRTA-MCTI). É bolsista de produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq. Trabalha em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação nas áreas de Biomecânica, Engenharia de Reabilitação e Tecnologias Assistivas. Possui experiência prévia na coordenação de projetos em rede financiados por diversas agências como CAPES, CNPq, FAPEMIG e SECIS/MCTI. Além da competência técnica no tema do projeto em tela, a qual é comprovada em seu CV Lattes, na função de coordenador do projeto será o responsável por sua gestão promovendo a articulação entre seus integrantes buscando criar as condições necessárias ao cumprimento do cronograma proposto, inclusive, os testes a serem realizados após a concepção do sistema.

6. Descrição da Proposta

6.1. Sumário Executivo

A Organização Mundial de Saúde (OMS) relata que a incidência global da lesão medular, a qual acarreta deficiência motora, tem um número estimado entre 250.000 e

500.000 novos casos por ano (BICKENBACH et al., 2019). Fatores como limitações na mobilidade, impossibilidade de participação em atividades cotidianas e dependência funcional são consequências comuns entre indivíduos com deficiência motora, afetando o envolvimento e inserção em tarefas produtivas (CHARLIFUE and GERHART, 2004).

De acordo com o último censo divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possuía em torno de 9 milhões de pessoas com deficiência motora (IBGE, 2010). Diante da insuficiência de tratamentos de reabilitação no país, é crescente a demanda por dispositivos de tecnologia assistiva como, por exemplo, sistemas de comunicação alternativa aumentada, cadeiras de rodas inteligentes (*smart wheelchairs*), próteses e órteses diversas, dentre outros (BORGES et al., 2016b). Tais dispositivos têm como objetivo auxiliar a pessoa com deficiência (temporária ou permanente), idosa ou com mobilidade reduzida na execução de tarefas diárias que ela não consegue executar de forma natural como, por exemplo, se locomover ou se comunicar; provendo assim acessibilidade, autonomia, reinserção na sociedade, autoestima e melhoria da sua qualidade de vida.

Neste contexto, como parte das estratégias para melhoria da qualidade de vida dessa parcela da população, o governo brasileiro instituiu em 2011, o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite (Decreto 7.612), o qual tem a finalidade de promover, por meio de programas e ações, o exercício pleno e equitativo das pessoas com deficiência (BRASIL, 2011). Na consecução das metas do Plano, foi criado, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva – CNRTA (Portaria MCTI 139 de 23 de fevereiro de 2012), na forma de uma rede cooperativa de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Nesse cenário, em maio de 2012, a Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (SECIS/MCTI) publicou um edital para que instituições de ensino e pesquisa apresentassem propostas para constituição de núcleos de pesquisa em tecnologia assistiva focados nas metas do Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com

Deficiência. Como resultado do chamamento, a SECIS/MCTI, por meio da Portaria 39 de 28 de julho de 2012, habilitou 25 instituições no país para comporem a rede nacional, coordenada pelo Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva - CNRTA, abrigado no Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI em Campinas. Dentre as **propostas aprovadas** o projeto de **Criação do Núcleo de Tecnologia Assistiva da Universidade Federal de Uberlândia (NTA-UFU)**, coordenado pelo pesquisador proponente deste projeto, foi aprovado e contratado pelo MCTI (processo SECIS/MCTI n° 01200.003255/2012-82). Assim, o NTA-UFU foi fundado em 2014.

Ainda em 2014, foi aprovado pelo NTA-UFU o projeto "*Sistema multimodal para treinamento a distância em ambiente virtual ou de realidade aumentada destinado aos usuários de cadeiras de rodas motorizada*" - **EDITAL PGPTA n° 59/2014 CAPES- MCTI**. Este projeto foi finalizado no ano de 2020 e contou com as parcerias da

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD). Seu objetivo foi conceber um simulador para treinamento de cadeirantes em ambiente de realidade virtual ou aumentada e, portanto, com total segurança (SILVA et al., 2018; BORGES et al., 2016a; MARTINS, 2017). Tal sistema foi concebido e registrado no INPI com o nome EWATS – *Electric Wheelchair Assessment and Training Simulator* (SA et al., 2019). Esta ferramenta inovadora preenche uma demanda ainda não atendida pelo Sistema Único

de Saúde (SUS) no seu atual processo de dispensação de cadeiras de rodas motorizadas. Especificamente, ela proporciona o contato prévio do futuro usuário do dispositivo e, conseqüentemente, a resolução de problemas comuns de adaptação verificados atualmente apenas no momento da entrega. Além disso, auxilia na prescrição correta da modalidade de controle a ser adotada segundo as limitações do usuário; seja pelo joystick tradicional disponível comercialmente, ou por meio de comandos alternativos inovadores a partir de movimentos dos olhos como no vídeo (https://www.youtube.com/watch?time_continue=6&v=bTWkXUYtbA&feature=emb_logo).

Outra tecnologia disponibilizada pelo NTA-UFU foi um sistema de comunicação alternativa e controle do computador por meio de comandos oculares (Eyes2Talk). Detalhes sobre o Eyes2Talk em <https://www.youtube.com/watch?v=pper4z7tBhM>.

Foram ainda desenvolvidos no NTA-UFU o jogo HarpyGame e o sistema SpES (*Spasticity Evaluation System*), destinados respectivamente à reabilitação motora de membros superiores e a avaliação da espasticidade (rigidez muscular). Dentre os beneficiários destas duas tecnologias estão as vítimas de acidente vascular cerebral (AVC) e outras doenças neuromusculares. Essa terapia inovadora utiliza técnicas de realidade virtual (RV) para promover a redução da rigidez muscular desses pacientes.

(https://www.youtube.com/watch?v=KJi15ypN9xc&feature=emb_logo).

Neste contexto, considerando a missão primordial do NTA-UFU de gerar tecnologias inovadoras para reabilitação e/ou auxílio às pessoas com deficiência, idosas e/ou com mobilidade reduzida, apresenta-se aqui a proposta para o desenvolvimento de uma Rede de Telereabilitação por meio de Realidade Virtual e Realidade Aumentada (ReabNet). Esta rede será composta por um Repositório de Sistemas de Reabilitação e Tecnologia Assistiva incluindo ambientes de realidade virtual (RV) ou realidade aumentada (RA). A ReabNet será acessível remotamente por qualquer Hospital/Centro de Reabilitação ou mesmo a partir da residência do usuário. Deste modo, para se beneficiar das tecnologias inovadoras mencionadas que serão disponibilizadas na ReabNet, além de outras que surgirem futuramente, o

usuário deverá possuir uma conexão com a internet e, quando aplicável, o dispositivo de hardware necessário para o uso da tecnologia (sensor inercial, sensor ocular, etc.).

Espera-se assim oferecer um serviço de reabilitação remota inédito em nosso país. Esta tecnologia apresenta potencial de grande impacto econômico e social, tornando-se ainda mais relevante atualmente considerando a necessidade do distanciamento social pela pandemia da COVID-19.

6.2. Desenvolvimento Tecnológico

A priori, o repositório de sistemas de reabilitação será alimentado com três sistemas de reabilitação já desenvolvidos pelo NTA-UFU. Os quais, entretanto, ainda não estão operantes na modalidade remota. A saber:

- Harpy Game - sistema para reabilitação motora de membros superiores;
- Simulador para treinamento de cadeirantes em ambiente virtual;
- Simulador para treinamento de cadeirantes em ambiente de realidade aumentada.

Harpy Game – sistema para reabilitação de membros superiores

Este sistema é uma terapia de reabilitação para auxiliar na recuperação do movimento dos membros superiores do paciente por meio da redução da espasticidade (rigidez muscular), uma sequela comum a diversas doenças de origem neurológica como AVC, paralisia cerebral, lesões na coluna cervical, etc. A melhora do paciente é promovida pelos movimentos realizados ao jogar o Harpy Game, uma vez que esses são especificamente propostos para se exercitar os membros afetados (os braços no caso). Na modalidade remota aqui proposta, o usuário poderá visualizar a interface do jogo em um monitor de PC/TV. Para fins de otimização do tráfego de dados pela internet o processamento do jogo será executado em um servidor remoto (Figura 1). Isso contribuirá significativamente para que a tecnologia seja acessível também por dispositivos de hardware com baixo poder de processamento uma vez que apenas os comandos necessários para o jogo serão enviados a partir do usuário numa configuração de rede tipo cliente-servidor.



Figura 1: Diagrama proposto para funcionamento do Harpy Game na reabilitação de membros superiores em modo remoto. (https://www.youtube.com/watch?v=KJi15ypN9xc&feature=emb_logo). O sensor importado usado neste vídeo foi recentemente substituído pelo sensor WINgS desenvolvido no NTA conforme pode ser visto em www.nta.ufu.br na aba produtos-protótipos.

Simulador para treinamento remoto de cadeirantes em ambiente virtual

Este simulador é um sistema de treinamento em realidade virtual desenvolvido na plataforma Unity, onde o usuário utiliza o joystick ou comandos alternativos provenientes de contrações musculares ou movimentos dos olhos conforme suas capacidades. A ferramenta serve para o treinamento do cadeirante na condução de uma cadeira de rodas motorizada (CRM) em um ambiente totalmente seguro (Figura

2). Proporcionando assim ao usuário um contato prévio com a tecnologia a ser usada futuramente, no intuito de minimizar os problemas comuns vivenciados nos centros de reabilitação tais como: prescrição de dispositivos que não atendem as necessidades do paciente, dificuldade de adaptação, insegurança na condução do dispositivo e abandono da tecnologia dentre outros.



Figura 2: Simulador para treinamento de cadeirantes em ambiente virtual pela internet. Vídeo demonstrativo em: <https://www.youtube.com/watch?v=bTWkXJUYtbA&feature=youtu.be>

Simulador para treinamento remoto de cadeirantes em ambiente de realidade aumentada (mistura componentes reais e virtuais)

Este sistema permitirá ao usuário conduzir um protótipo de cadeira de rodas inteligente remotamente, utilizando um joystick ou comandos alternativos como contrações musculares, movimentos dos olhos, cabeça, etc.; se constituindo, portanto, num ambiente para treinamento de cadeirantes totalmente seguro. Tal sistema terá três componentes principais (Figura 3):

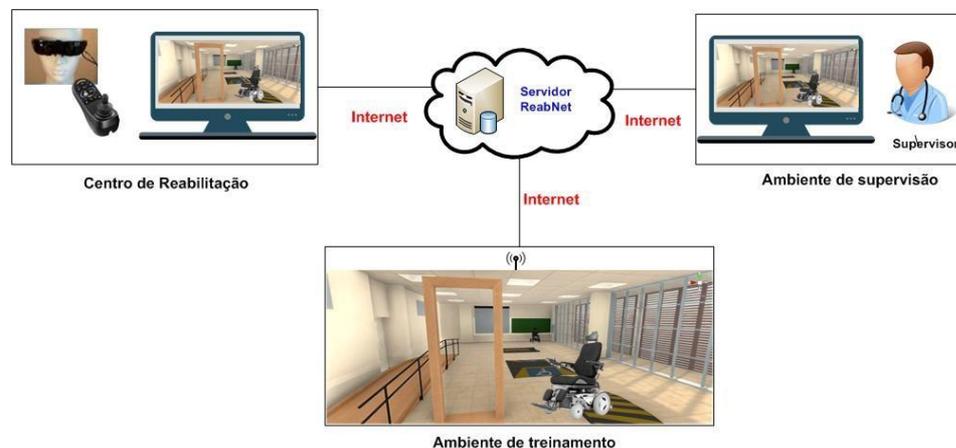


Figura 3: Sistema de treinamento para cadeirantes utilizando realidade aumentada via internet.

Centro de reabilitação: a partir de um centro de reabilitação ou de sua própria residência, o paciente visualiza o ambiente de treinamento na tela de um PC (treinamento não imersivo) ou por meio de óculos de Realidade Virtual (treinamento imersivo). A imagem visualizada é pelo paciente está sendo transmitida a partir de uma câmera fixada na cadeira de rodas que está localizada no Ambiente de treinamento. Desta forma, ele comanda remotamente a cadeira de rodas real por meio de um joystick, movimentos de cabeça/olhos ou contrações musculares faciais de acordo com sua capacidade.

Ambiente de treinamento: nesta sala estarão posicionadas a cadeira de rodas (equipada com a câmera) e uma série de obstáculos reais que representam as dificuldades encontradas pelos cadeirantes no dia a dia. Este ambiente já existe fisicamente na Universidade Federal de Uberlândia (Figura 4), e pode ser

incrementado com obstáculos virtuais (cones, avatares de pessoas, etc.) dependendo do nível de treinamento executado pelo usuário;

Ambiente de supervisão: neste local estará um supervisor (profissional da área de reabilitação) que ficará responsável por supervisionar o treinamento. Este profissional também poderá acompanhar na tela de um computador, a sessão no ambiente de treinamento que está sendo executado pelo paciente.



Figura 4: Ambiente de treinamento onde a cadeira de rodas irá se deslocar controlada remotamente via internet pelo usuário em treinamento.

Coleta e análise de dados

Paralelamente à implementação e teste dos sistemas de reabilitação remota na RehabNet, por envolver seres humanos o projeto será submetido para apreciação de um comitê de ética em pesquisa (CEP) com seres humanos devidamente habilitado. Assim que for aprovado o projeto pelo CEP, a coleta de dados do público-alvo será então efetuada. Para cada uma das três tecnologias sob análise será formado um grupo experimental e um grupo controle com no mínimo 10 integrantes cada. Este procedimento será realizado para avaliar a efetividade da reabilitação remota (grupo experimental) comparada à tradicional (grupo controle). Diversas variáveis de desempenho serão registradas automaticamente em arquivos (*log files*) durante as sessões de terapia para fins de processamento e análise posterior. A saber:

a) Terapia com o Harpy Game: amplitude de movimento ou ADM do cotovelo e o grau de espasticidade do bíceps braquial medido pela Escala Modificada de Ashworth e pelo método reflexo de estiramento (MARQUES, 2019). Para esta última variável será usado o equipamento SpES (*Spasticity Evaluation System*) desenvolvido pelo NTA-UFU especialmente para esta finalidade, cujo hardware tem pedido de patente depositado e software registrado no INPI (NAVES et al, 2018a, b).

b) Terapias com o simulador EWATS nas suas modalidades RV e RA: número de colisões, tempo e número de comandos necessários para realização de um percurso pré-estabelecido (SA et al, 2019; NAVES et al., 2020).

Finalmente, de posse dos dados coletados, uma análise estatística será realizada no intuito de avaliar o impacto das terapias remotas propostas. Para tanto, os dados das respectivas variáveis dos grupos experimental e controle serão comparados entre si por meio de testes de significância estatística. Os quais poderão ser paramétricos (p. ex: ANOVA) ou não paramétricos (ex: Wilcoxon) dependendo da distribuição dos dados de cada variável, ou seja, normal ou não-normal respectivamente.

6.3. Modelo de Negócios

O presente projeto propõe implantar a plataforma de telereabilitação ReabNet. A qual disponibilizará à população brasileira uma gama de produtos e serviços de

reabilitação remota para beneficiar as pessoas com deficiência motora (temporária ou permanente) que necessitam de terapias de reabilitação para recuperar/melhorar a sua condição. E ainda, serão beneficiados os profissionais que trabalham com terapias de reabilitação (fisioterapeutas, educadores físicos, terapeutas ocupacionais, médicos, etc.), bem como os hospitais e clínicas de reabilitação, uma vez que poderão prestar seus serviços remotamente usando os sistemas elaborados para auxiliar nas terapias de reabilitação incorporados na ReabNet. Vale ressaltar que essa solução de terapia remota tem um potencial significativo para redução de custos tanto do SUS como dos pacientes. Para o SUS, será importante na redução de suas instalações nos Centros de Reabilitação após a implantação da ReabNet. Para os pacientes, terá uma redução significativa de suas despesas com deslocamento para atendimento presencial. Além disso, vale lembrar que essa modalidade de atendimento também contribui para manter o distanciamento social recomendado para se combater a pandemia da COVID-19.

Assim, para suportar os estudos de validação da tecnologia serão disponibilizados inicialmente nessa plataforma os produtos já desenvolvidos mencionados na seção anterior. Feito isso, a ReabNet estará então constituída e preparada para incorporação de novos produtos e serviços inovadores na medida que forem surgindo. Desta forma, enquanto plataforma base de telereabilitação, é notável o enorme potencial da ReabNet para receber novas tecnologias e, conseqüentemente, para produção de patentes e registros de software a elas associados. Particularmente, durante a execução deste projeto será requerido o registro do software da ReabNet como plataforma de serviços de reabilitação remota usando realidade virtual ou aumentada. E ainda, o registro do software HarpyGame mencionado na metodologia encontra-se atualmente em preparação.

As inovações da presente proposta são:

- Ainda não existe no Brasil uma rede de telereabilitação com foco nas pessoas que necessitam de tratamento para reabilitação motora;
- Possibilidade de reabilitação à distância (remota) e, assim, atender um número maior de pacientes, inclusive aqueles de moram em áreas de difícil acesso, gerando assim economia de tempo e recursos;
- Os dados referentes ao desempenho do usuário durante as sessões de reabilitação/treinamento podem ser gravados automaticamente pelo sistema, ficando disponíveis para análise posterior pelo terapeuta.
- Os simuladores para treinamento de cadeirantes podem ser utilizados como auxílio ao médico na prescrição de cadeiras de rodas motorizadas pelo SUS. Estes simuladores ainda não estão implantados no mercado;
- Os sistemas de reabilitação que utilizam terapias com efeitos visuais e auditivos proporcionados pelos jogos em realidade virtual ou aumentada, geram uma motivação maior para os pacientes comparados aos métodos convencionais.

E ainda, novos jogos e sistemas de reabilitação poderão ser incorporados na ReabNet com foco em demandas por outras reabilitações específicas (cognitiva, auditiva, etc.). Portanto, o potencial para a produção de patentes e para o desenvolvimento de produtos, processos e/ou serviços não patenteados, além dos propostos no âmbito deste projeto de pesquisa é bastante promissor.

O cenário atual de distanciamento social imposto pela pandemia da COVID19 tem impulsionado o crescimento dos serviços prestados remotamente de uma forma sem precedentes na história da humanidade. Neste contexto, pretende-se com este projeto a criação e disponibilização de uma plataforma de serviços de telereabilitação

(reabilitação a distância). A qual terá versatilidade para incorporação não apenas dos produtos e serviços descritos na metodologia, como de outros a serem criados futuramente, observado que as tecnologias de realidade virtual e aumentada estão entre as mais promissoras para a revolucionária indústria 4.0, a chamada quarta revolução industrial. Essa tendência tem sido verificada também na prestação dos serviços de saúde, ou Saúde 4.0, onde conceitos modernos como internet das coisas (IoT), dispositivos vestíveis (*wearable devices*) e computação em nuvem tem gerado uma gama de novos produtos e serviços de saúde. Nesta linha, admitindo-se implantada a ReabNet conforme proposto, é notório seu enorme potencial para ações de empreendedorismo inovador na forma de novos produtos e serviços de reabilitação que poderão ser agregados a ela num processo contínuo de melhoria e atualização.

Nesse contexto, a insuficiência na prestação de serviços de saúde incluindo os específicos para reabilitação é, infelizmente, um problema crônico e evidente em nosso país. Alguns avanços têm sido verificados ao longo dos anos como, por exemplo, a criação do SUS para democratização do acesso aos serviços de saúde de maneira gratuita a todos os cidadãos. Entretanto, é pública e notória a sobrecarga desse sistema devido ao desequilíbrio brutal entre a sua capacidade de atendimento e a demanda do país na área em questão. Neste sentido, em consonância com a revolucionária Saúde 4.0 ora mencionada, pretende-se com este projeto contribuir para melhorar a oferta de produtos, processos e serviços de reabilitação demandados pela população brasileira. Mais especificamente, usando tecnologias de realidade virtual e aumentada, será implantada uma rede de reabilitação remota para o oferecimento dos serviços de reabilitação motora de membros superiores e treinamento de cadeirantes.

Neste panorama, de acordo com a sistemática TRL - *Technology Readiness Level* (MANKINS, 1995) o nível de maturidade tecnológica do projeto pode ser considerado 6 na escala até 9. A evidência para atribuição desta classificação decorre do fato dos protótipos Harpy Game e EWATS a serem incorporados na RehabNet já terem passado por testes bem sucedidos em ambiente laboratorial de alta fidelidade, conforme documentado em (MARQUES, 2019) e (MARTINS, 2017; SILVA et al, 2018) respectivamente.

Por fim, embora ainda não exista uma startup formalmente integrada a este projeto, os integrantes da equipe proponente pretendem constituir uma no intuito de comercializar o produto objeto de entrega. Assim, já nos primeiros três meses de execução do projeto espera-se amadurecer a visão de negócio que deve orientar o desenvolvimento da solução proposta pela equipe em consonância com o fluxo de trabalho sugerido no edital.

7. Ambiente de validação da solução proposta e documentação dos aprendizados

O ambiente de testes do GT_ReabNet envolverá diferentes plataformas computacionais com o intuito de verificar e validar os diversos Sistemas de Reabilitação que farão parte da ReabNet. O ambiente de testes dos módulos da ReabNet englobará um servidor com sistema operacional *Microsoft Windows*. E ainda, o ambiente de testes consistirá em uma rede de computadores, interligados pela RNP.

O ambiente de testes para as funcionalidades dos **desenvolvedores de aplicações** será um desktop com sistema operacional *Microsoft Windows*, o quais serão adquiridos com os recursos do projeto. E, para o perfil do **usuário/terapeuta**, prevê-se que tal usuário poderá acessar a ReabNet a partir de um *desktop* convencional.

Além desses testes, será investigada a viabilidade de utilizar uma infraestrutura de nuvem computacional como ambiente de testes do módulo de armazenamento dos sistemas de reabilitação em RV ou RA.

Em resumo, para utilizar os Sistemas de Reabilitação desenvolvidos neste projeto será necessário satisfazer as seguintes condições:

- Permissão para implantar e testar o módulo de Repositório de Sistemas de Reabilitação na rede da RNP;
- Acesso a uma interface do serviço de Vídeo sob Demanda da RNP para executar as terapias de reabilitação que necessitam de navegação em ambiente virtual;
- Um PC que tenha acesso aos serviços disponibilizados pela RNP para a realização dos testes com os protótipos dos Sistemas de Reabilitação;
- Realização de testes de usabilidade dos sistemas da ReabNet;
- Permissão para armazenar os dados referentes às aplicações de reabilitação no servidor da RNP.
- Implementação de uma interface com serviço de vídeo sob demanda/streaming no servidor para executar as terapias de reabilitação que necessitam de navegação em ambiente virtual;

8. Cronograma de marcos

Atividade	Período de 12 meses											
	Mês											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	■	■	■	■								
2		■	■	■	■	■						
3				■	■	■	■	■	■	■		
4					■	■	■	■	■	■	■	■
5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6									■	■	■	■
7			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Descrição das atividades:

1. Análise de técnicas de processamento: consiste no estudo e na investigação de estratégias de envio e processamento de sinais em tempo real, via RNP.
2. Desenvolvimento de técnicas: Implementação de rotinas de processamento de sinais biológicos em tempo real, com suporte ao treinamento para a utilização em ambientes virtuais, via RNP
3. Desenvolvimento da arquitetura do software: Projeto e desenvolvimento da arquitetura do software para suportar a coleta e processamento de sinais biológicos em ambientes virtuais, via RNP.
4. Integração dos Centro de Reabilitação e Repositório: Nesta etapa, serão realizados ajustes e testes de integração do Repositório de Sistemas de Reabilitação com os Centros de Reabilitação.
5. Reuniões de acompanhamento: reuniões para o fortalecimento da relação entre as instituições participantes do projeto.

6. Análise prática do sistema: a ReabNet será avaliada na prática. Resultados experimentais, considerando a efetividade das terapias na reabilitação de pacientes portadores de disfunções motoras, serão executados.
7. Disseminação de resultados: os resultados dessa pesquisa serão publicados em revistas científicas e conferências relevantes na área. Apresentação do produto final.

9. Recursos financeiros

9.2. Infraestrutura 9.2.1.

IaaS

Categoria	Descrição da Configuração	Mês Inicial	Mês Final	Unid.	Qtd.	Custo Médio Unitário (R\$)	Subtotal em R\$ estimado
Servidores Virtuais	Servidor virtual tipo 2.2 vCPU	01/01/2022	31/12/2022	1	2	R\$ 362,6	R\$ 8.870,4
Armazenamento de Dados	Volume de armazenamento em blocos	01/01/2022	31/12/2022	1	1	R\$ 13,15	R\$ 157,80
Armazenamento de Dados	Serviço de armazenamento de objetos	01/01/2022	31/12/2022	1	1	R\$ 3,16	R\$ 37,92
Armazenamento de Dados	Serviço de backup e restore	01/01/2022	31/12/2022	1	1	R\$ 3,75	R\$ 45,00
Comunicação de dados	IP público IPV5	01/01/2022	31/12/2022	1	1	R\$ 26,32	R\$ 315,84
Comunicação de dados	Serviço de virtual private network	01/01/2022	31/12/2022	1	1	R\$ 17,53	R\$ 210,36
Comunicação de dados	Traáfego de saída de rede	01/01/2022	31/12/2022	1	1	R\$ 10,12	R\$ 121,44
Comunicação de dados	Serviço de balanceamento de carga	01/01/2022	31/12/2022	1	1	R\$ 165,54	R\$ 1986,48
Total							R\$ 11.745,24

9.2.2. Equipamentos, Periféricos e Garantias

Modelo	Descrição	Instituição de Destino	Qtd.	Valor Unitário em R\$	Subtotal em R\$ estimado
Modelo D10	Processador Intel Core i7 - Memória RAM 16GB - HD SSD 256GB Kit teclado e mouse sem fio	Universidade Federal de Uberlândia	1	R\$ 5.305,97	R\$ 5.305,97
Modelo N4	Tela 14" - Processador Intel Core i7 - Memória RAM 16GB - HD SSD 512GB	Universidade Federal de Uberlândia	1	R\$ 7.611,27	R\$ 7.611,27
Total					R\$ 12.917,24

10. Referências

BICKENBACH J, OFFICER A, SHAKESPEARE T. International Perspectives on Spinal Cord Injury [Internet]. World Heal. Organ. 2019 [cited 2019 Mar 5]. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/94192/WHO_NMH_VIP_13.03_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

 BORGES L, MARTINS F, NAVES E, BASTOS T, VICENTE LJ. Multimodal system for training at distance in a virtual or augmented reality environment for user of electric-powered wheelchairs. IFAC Pap. Online Conf. Pap. Arch. 2016a;156-60.

doi> BORGES LR, MARTINS FR, NAVES EL. Electric-powered wheelchair control using eye tracking techniques. *Int J Innov Res Comput Commun Eng*; 2016b;4(9):16690–5.

BRASIL. Viver sem Limite [Internet]. Secr. Espec. dos Direitos da Pessoa com Deficiência. 2011 [cited 2019 Mar 19]. Available from: <https://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/viver-sem-limite>

CHARLIFUE S, GERHART K. Community integration in spinal cord injury of long duration. *NeuroRehabilitation*. 2004;19(2):91–101.

IBGE. Atlas do censo Demográfico 2010 [Internet]. 2010 [cited 2019 Mar 19]. Available: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_atlas.shtm

MANKINS, J.C. Technology Readiness Levels. A white paper. NASA. Office of Space Access and Technology. 6 apr. 1995.

MARQUES, I. A. Jogo sério e realidade virtual na reabilitação do AVC crônico: protocolo individualizado. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

MARTINS, F. R. Simulador para treinamento de cadeirantes em ambiente virtual acionado por comandos musculares e/ou visuais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica. Universidade Federal de Uberlândia; 2017.

NAVES, E. L. M.; MARQUES, I. A.; ALVES, C. M.; REZENDE, A. R.; Dispositivo para avaliação da espasticidade baseado no método LRET. 2018a, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020180134949, título: "Dispositivo para avaliação da espasticidade baseado no método LRET", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 29/06/2018

NAVES, E. L. M.; ALVES, C. M. ; MARQUES, I. A. ; REZENDE, A. R. . SpES (Spasticity Evaluation System). 2018b. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR5120180517358, data de registro: 20/09/2018, título: "SpES (Spasticity Evaluation System)", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

NAVES, E. L. M.; LAMOUNIER JR, E. A. ; SILVA, D. C. . Dispositivo para treinamento de usuários de cadeira de rodas motorizada. 2020, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10202000749, título: "Dispositivo para treinamento de usuários de cadeira de rodas motorizada", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 15/04/2020

SA, A. A. R. ; SALGADO, D. P. ; NAVES, E. L. M. ; MARTINS, F. R. . E WATS - Electric Wheelchair Assessment and Training Simulator. 2019. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512019000241-5, data de registro: 19/02/2019, título: "E WATS - Electric Wheelchair Assessment and Training Simulator", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

doi> SILVA YM, SIMOES WCS, NAVES ELM, FILHO TFB, DE LUCENA V. Teleoperation Training Environment for New Users of Electric Powered Wheelchairs based on Multiple Driving Methods. *IEEE Access*. 2018;1:1.