

# Siirius Surfer

## Utilizando jogos sérios na reabilitação de tronco para pacientes pós-AVC

Nélson R. S. Passos\*, Saulo L. A. Barros\*, Eric M. Guimarães\*, Maria Augusta S. N. Nunes\*, Hendrik T. Macedo\*, Fábio M. Albiero, Josimari DeSantana†, Daniela C. Maia†, Abdelkader Gouaich‡

\*DCOMP(PROCC e PPGPI) - Universidade Federal de Sergipe

São Cristóvão, Brasil

†LAPENE - Universidade Federal de Sergipe

São Cristóvão, Brasil

‡LIRMM - Université Montpellier 2

Montpellier, França

**Abstract**—A cada seis segundos uma pessoa morre em virtude de um Acidente Vascular Cerebral (AVC). Com o avanço da tecnologia, novas formas de tratamento e reabilitação têm sido propostas. A partir de um trabalho colaborativo e interdisciplinar, desenvolveu-se o Siirius Surfer, um jogo sério cujo propósito é auxiliar a recuperação dos movimentos ântero-posteriores do paciente pós-AVC com o uso de sensores de movimento, por meio do *Wii Remote*. O presente artigo apresenta as etapas de desenvolvimento do Siirius Surfer unindo os protocolos criados pelos fisioterapeutas aos conceitos de game design. O jogo usa estratégias para motivar os pacientes, uma vez que há dificuldade em manter o paciente motivado e evitar que ele desista do tratamento de reabilitação tradicional, o que causa prejuízo à recuperação. O artigo apresenta, também, perspectivas futuras para o projeto, dentre elas a criação de novos jogos para recuperação de outros movimentos de tronco e o tratamento de outros membros acometidos pelo AVC; bem como a incorporação de Computação Afetiva para fins motivacionais e de personalização da reabilitação de cada paciente.

### I. INTRODUÇÃO

O AVC (Acidente Vascular Cerebral) representa a maior causa de incapacitação da população na faixa etária superior a 50 anos, sendo responsável por 10% do total de óbitos, 32,6% das mortes com causas vasculares e 40% das aposentadorias precoces no Brasil [1]. Os custos com os pacientes que sofreram acidente vascular cerebral também são consideráveis. Só no Brasil, em 2011, as internações custaram ao Sistema Único de Saúde cerca de R\$ 200 milhões, além dos custos com tratamento e acompanhamento dos pacientes [2].

O grande número de ocorrências de AVC em todo o mundo mostra a necessidade de investimentos em maneiras alternativas para melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Os “*serious games*”, termo em inglês para jogos sérios, se tornam cada vez mais presentes no campo da saúde e têm como principal aplicação o uso de simulação em realidade virtual para melhorar habilidades motoras e auxiliar processos de reabilitação [3]. Em Barros *et al.* (2013) [2] foi conduzida uma pesquisa sobre jogos sérios já existentes, que utilizam diversos dispositivos como: *Webcans*, o *Wii Remote*, o *Wii Balance Board* e Sensores de Eletromiografia de Superfície (sEMG). Nem todos os projetos desenvolveram jogos novos, alguns utilizaram jogos preexistentes, alterando apenas a forma de controle para exigir algum esforço físico do paciente,

adequando-se às limitações do mesmo. Em boa parte dos trabalhos mencionados no texto não há presença do fisioterapeuta durante o planejamento ou escolha dos jogos. Isto se torna um problema, pois não há rigor científico sobre a eficácia dos jogos, o qual seria advindo do uso de protocolos próprios da fisioterapia, que poderiam indicar como um jogo novo poderia ser desenvolvido ou indicar qual jogo existente seria adequado a tal protocolo.

Em um estudo de revisão sistemática realizado em 2010 [4] foram encontrados 229 artigos a partir do ano 2005, destes apenas três possuíam relação direta entre Wii e AVC. As sessões descritas nos trabalhos citados foram realizadas em 1 hora jogando Wii e todos os autores trabalharam com jogos de Wii Sports, incluindo boxe, tênis, boliche, golfe e beisebol. Os objetivos dos artigos foram similares e tiveram como foco a verificação da viabilidade, segurança e eficácia do tratamento com Nintendo Wii usado como terapia coadjuvante a convencional. Nesse estudo e para essa patologia, não foi encontrado nenhum trabalho com a produção de jogos específicos, mas é senso comum a todos os autores, a grande importância do emprego desta ferramenta para promover o bem estar e trabalhar os movimentos do lado lesado após o AVC.

Considerando que os estudos no estado-da-arte provaram existir uma lacuna em Jogos Sérios para tratamento de AVC, buscou-se confrontar à realidade do estado-da-técnica. Em Guimarães *et al.* (2013), foi realizada uma prospecção em jogos sérios para reabilitação de pacientes com AVC usando as bases de patentes European Patent Office (EPO - Espacenet), na World Intellectual Property Organization (WIPO) e no United States Patent and Trademark Office (USPTO). A prospecção revelou o crescente interesse nessa área, foi observado, nos últimos anos o aumento no número de depósitos de patentes, advindos, principalmente, dos Estados Unidos, Japão e República da Coreia. [5]

Ao perceber a importância da tecnologia em prol dos pacientes acometidos por tal condição clínica e as limitações da literatura relacionada anteriormente (estado-da-arte e estado-da-técnica), desenvolveu-se o projeto Siirius, uma plataforma para gerenciamento de jogos desenvolvidos especificamente para o tratamento terapêutico.

Baseando-se na importância da qualidade do movimento

de tronco, a primeira etapa do projeto está direcionada à criação de jogos individuais que estimulem o controle deste em todos os planos de movimento, de tal modo que atenuem vieses biomecânicos normalmente encontrados nos jogos de realidade virtual aplicados nos pacientes. Assim, cada jogo projetado terá a finalidade de estimular o controle de tronco em um dos planos de movimento. O primeiro protótipo criado foi o Siirius Surfer, um jogo sério destinado a estimular os movimentos ântero-posteriores de pacientes pós-AVC.

O presente artigo apresenta o desenvolvimento do jogo, demonstrando a importância do movimento tratado e explicando seu funcionamento técnico tanto no âmbito computacional quanto no âmbito fisioterápico. Na seção 2, o projeto de desenvolvimento da plataforma Siirius, onde o Siirius Surfer está acoplado. Na seção 3, apresenta-se a importância do movimento a ser tratado (controle de tronco), explicitando aspectos funcionais fisioterápicos. Em seguida, na seção 4, descreve-se questões técnicas e computacionais da implementação do controle de tronco via protótipo computacional intitulado de Siirius Surfer. Finalmente, na seção 5 apresenta-se as conclusões e trabalhos futuros.

## II. A PLATAFORMA SIIRIUS

O projeto de desenvolvimento da plataforma Siirius destina-se a criar jogos específicos para pacientes pós-AVC com base em critérios biomecânicos funcionais e que, ao mesmo tempo, respeitem as reais necessidades funcionais motoras deste perfil de paciente. Para o bom desenvolvimento de um jogo, primeiramente se faz necessário o desenvolvimento conceitual do mesmo. *Game design* é o processo de criação do enredo e das regras de um jogo; e um bom *game design* implica a criação de objetivos que mantenham o jogador motivado e de regras que deverão ser seguidas em cada decisão tomada por ele [6]. Motivação, inclusive, é um elemento chave quando se almeja a criação de um jogo sério para reabilitação terapêutica, em particular para o tratamento pós-AVC, tendo em vista que a falta desta caracteriza um dos principais fatores de desistência durante o processo de reabilitação dos pacientes [2].

A motivação pode ser dividida em duas vertentes: intrínseca e extrínseca. A primeira está relacionada à motivação própria do indivíduo. Já a segunda está relacionada a razões externas a ele. A utilização de jogos sérios no tratamento pós-AVC abrange ambas. O paciente torna-se motivado intrinsecamente ao ter resposta visual e imediata aos seus avanços, o que o motiva a alcançar os objetivos propostos a cada nova fase ou nível superado [2]. Para a motivação extrínseca, um dos elementos mais utilizados em *game design* é a tríade denominada PBL (sigla em inglês para *points, badges e leaderboards*). *Points* são utilizados com o intuito de incentivar os jogadores a cumprir os objetivos propostos, assumindo que as pessoas se sentem motivadas a coletar elementos pelo simples fato de serem desafiadas, além de ser utilizado para indicar o desempenho de cada jogador, explicitando um feedback frequente do seu progresso. *Badges* são utilizadas como representação visual para conquistas alcançadas durante o jogo, podendo representar certa quantidade de pontos acumulados ou diferentes tipos de objetivos alcançados. Ter uma lista de badges conquistáveis durante o jogo gera motivação extra devido ao desafio proporcionado. Já os *leaderboards* são utilizados para comparar o desempenho de um grupo de jogadores, porém esses devem

ser empregados com precaução, pois apesar de representarem um elemento de motivação para parcela dos jogadores, eles podem representar motivo de desistência por ser considerado desafio intangível para alguns [7].

A partir do estudo dos elementos citados anteriormente, desenvolveu-se o Siirius, uma plataforma para o gerenciamento de jogos desenvolvidos especificamente para o tratamento terapêutico, criados a partir do trabalho conjunto entre equipes de computação e fisioterapia. Os jogos desenvolvidos devem ter como aspectos principais: atender aos movimentos funcionais exigidos; apresentar uma interface humano-computador adequada; permitir personalização, dada as limitações de cada jogador; e propor desafios tangíveis a fim de manter o paciente constantemente motivado.

Seguindo a tríade PBL presente em *game design*, o Siirius apresenta dois sistemas de pontuação: um específico para cada jogo e um global, sendo responsáveis, respectivamente, por definir as mudanças nos níveis de dificuldade internas a cada jogo e expor o progresso do paciente em relação ao tratamento completo. Além disso, funciona indiretamente como fator de desbloqueio para novos jogos, os quais exigem movimentos funcionais mais complexos, e necessitam de determinada pontuação em cada um dos seus pré-requisitos. O sistema de recompensas presente na plataforma foi desenvolvido com o propósito de motivar o jogador a atingir os objetivos traçados pela equipe terapêutica, premiando o paciente a cada conjunto de tarefas concluídas com sucesso. Além disso, um conjunto de conquistas alcançado em um jogo inicial credencia o paciente a um jogo de natureza mais complexa. O sistema de *leaderboards* do Siirius difere um pouco dos tradicionais, pois, por se tratar de um recurso que pode apresentar efeitos colaterais, principalmente em pessoas com mais sensibilidade devido ao quadro pós-AVC, em vez de estimular a competição com outros jogadores, o Siirius incentiva o paciente a superar seus próprios limites.

Além disso, o Siirius apresenta um sistema de assistência, em que, caso o jogador necessite de ajuda ou faça algum movimento inadequado, uma personagem será exibida na tela e exibirá informações necessárias, tanto por texto quanto por áudio, com o intuito de passar, da maneira mais clara possível, a mensagem desejada.

O primeiro protótipo desenvolvido para a plataforma foi denominado de Siirius Surfer, um jogo sério com foco na reabilitação dos movimentos ântero-posteriores a partir do fortalecimento muscular do tronco.

## III. A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE TRONCO

O acidente vascular cerebral (AVC) normalmente evolui, no decorrer do seu ciclo, para quadros de hemiplegia ou hemiparesia, que se caracterizam, respectivamente, pela perda completa ou parcial dos movimentos voluntários do paciente em um hemicorpo, além da alteração do tônus muscular, da postura e do equilíbrio. Com isso, é possível observar um déficit importante da atividade seletiva nos músculos que controlam o tronco, o que resulta na realização de movimentos assimétricos de flexão, inclinação lateral, extensão e rotação. A perda do controle de tronco na hemiplegia ou hemiparesia pode acarretar em dificuldades consideráveis para deambular, respirar, falar, rolar, transferir-se e, até mesmo, desempenhar

atividades funcionais com o membro superior sadio, devido justamente à perda da estabilização do tronco proporcionada pelo lado contralateral [8], [9].

Pacientes hemiplégicos ou hemiparéticos não conseguem mais desempenhar atividades funcionais com padrões fisiológicos, justamente por perder o controle de sua base de movimento, que é o tronco. Todas as atividades funcionais dependem do controle e postura do tronco, inclusive as desempenhadas pelos membros superiores, afinal, o tronco é considerado a base de sustentação para os movimentos das extremidades. Porém, para readquirir o controle de tronco é necessário o pleno alinhamento biomecânico em todos os movimentos desempenhados pelo próprio tronco, visando adquirir o máximo de amplitude de movimento ativa em todos os planos de movimento quanto possível. A incapacidade de realizar o movimento em um dos planos pode comprometer a execução de atividades funcionais cotidianas que exijam a combinação dos movimentos em dois ou mais planos [10], [9].

Após o AVC, o controle de tronco está diretamente associado à melhora funcional do paciente e esse controle é parte preponderante do tratamento. Para tal, exercícios que estimulem o controle de tronco devem ser enfatizados em todas as fases do tratamento da hemiplegia ou hemiparesia e são preditores para a independência funcional pós-AVC. A negligência do tronco pode resultar em interpretações equivocadas a respeito das disfunções vistas em outras regiões do corpo [8], [10], [9], o que justifica a escolha dos exercícios de tronco como ponto de partida neste trabalho. Segundo Moura (2005) [11], existe uma ordem de aquisição motora para o controle do tronco, sendo que o primeiro movimento adquirido é o de flexo-extensão, determinado pelo deslocamento ântero-posterior do tronco. Este movimento dará ao paciente a noção inicial das relações do seu corpo no espaço, para que, a partir de então, se iniciem os movimentos de flexão lateral e de rotação de tronco.

#### IV. SIIRIUS SURFER

Siirius Surfer é o primeiro protótipo da plataforma Siirius, conforme visualização disponível no canal do projeto no youtube, e tem como objetivo estimular os movimentos ântero-posteriores do tronco. O protótipo consiste em um personagem do estilo “Stickman” ou “boneco palito”, sobre uma plataforma voadora cujo propósito é coletar o maior número possível de moedas a partir de movimentos do personagem para cima ou para baixo, os quais são identificados a partir de estímulos oriundos dos movimentos de flexão e extensão ântero-posterior do tronco do paciente. Tais movimentos são mapeados para a tela do jogo de acordo com a calibragem inicial, com o intuito de tornar a mecânica do jogo idêntica à mecânica do tratamento fisioterapêutico do processo tradicional reabilitação funcional.

O protótipo apresenta seis informações na tela principal, como visto na Figura 1, são elas, da esquerda para direita: a posição do paciente em relação ao seu centro de equilíbrio, o número de pontos acumulados na rodada, a contagem regressiva do tempo de jogo, o nível de dificuldade atual e o número de moedas prateadas e douradas coletadas. As moedas douradas são utilizadas para estimular o jogador, pois estão

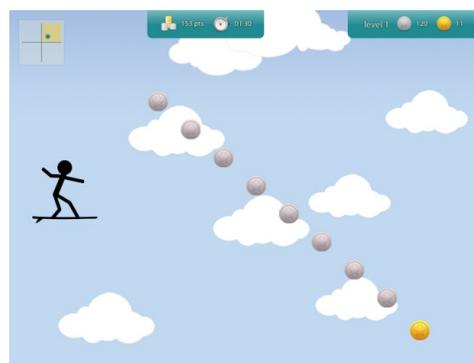


Fig. 1. Interface de jogo do Siirius Surfer.

além do limite de calibragem e, por consequência, detém maior valor.

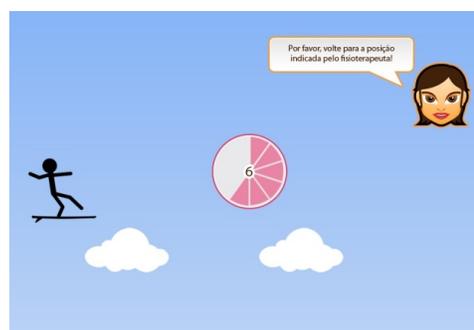


Fig. 2. Assistente do Siirius auxiliando paciente em movimento inadequado.

Para assegurar o movimento desejado – apenas ântero-posterior do tronco –, o protótipo monitora os movimentos laterais do jogador e, caso seja encontrada alguma inconformidade ao padrão de movimento definido, o jogador receberá feedback imediato através do sistema de assistência da plataforma, como mostra a Figura 2. Caso o paciente não retorne à posição de equilíbrio, capturada durante o processo de calibragem, o jogo chegará ao fim e os dados referentes aos movimentos serão gravados num banco de dados para futura análise da equipe de fisioterapia.

A captura dos movimentos é feita a partir de um *Wii Remote* (comumente chamado de “*Wiimote*”), controle de movimentos do console Nintendo Wii. O *Wii Remote* (ou “*Wiimote*”) capta movimentos a partir do uso de um acelerômetro, dispositivo que capta a aceleração sofrida nos três eixos (X, Y e Z) do controle, como apresentado na Figura 3. No *Siirius Surfer* são utilizados principalmente os eixos Z, para os movimentos ântero-posteriores, e X, para detectar movimentos laterais indesejados.

Para uma melhor experiência de reabilitação, é necessário adaptar o jogo às limitações do paciente [2] a estratégia utilizada no *Siirius Surfer* é calibrar o controle para o paciente. A calibragem determina: o ponto central do paciente; o deslocamento máximo permitido para os lados antes de receber um aviso; e o deslocamento máximo possível para o paciente tanto para frente quanto para trás. O jogo só pode ser iniciado após a realização da calibragem, que ocorre da seguinte forma: o jogo exibe informações sobre a posição que

<sup>1</sup><https://www.youtube.com/siiriusgames>

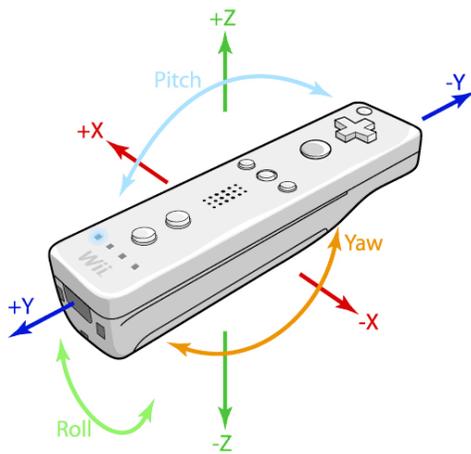


Fig. 3. Esquema de eixos do *Wii Remote*.

o paciente deve assumir com ajuda do fisioterapeuta e aguarda o pressionar de um botão para sinalizar a posição; após isso, o jogo salva a aceleração sobre os eixos desejados e segue para a posição seguinte. Estas configurações são salvas, e podem ser recuperadas para outra sessão, caso o fisioterapeuta considere que a calibragem anterior ainda é válida.

Para tanto, é necessário que o *Wii Remote* esteja localizado entre os processos espinhosos T1 e T4, que ficam logo abaixo do pescoço, a fim de proporcionar uma captura mais confiável do movimento do tronco do paciente e evitar que movimentos compensatórios irregulares sejam levados em consideração pelo sistema. Para manter o controle na posição desejada e captar o movimento de forma correta é necessário o uso de um colete específico, como mostra a Figura 4.



Fig. 4. Colete específico para o jogo e posição adequada para o *Wii Remote*.

## V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Apesar das pesquisas apresentarem resultados satisfatórios acerca dos benefícios proporcionados pela utilização de jogos para recuperação de pacientes em várias áreas da saúde, é possível que estes sejam aprimorados com a criação de jogos sérios específicos para tal finalidade, principalmente quando criados visando adequar o tratamento à realidade de cada paciente. Além da criação de um “complexo” de jogos para o tratamento pós-AVC, as expectativas futuras

para o projeto incluem, entre outros aspectos: (i) a utilização de outros tipos de sensores mais adequáveis aos próximos movimentos protocolados pela equipe de fisioterapeutas; (ii) o uso da Computação Afetiva para : manter o paciente motivado visando diminuir o histórico de abandono nesse tipo de reabilitação; operacionalizar a personalização efetiva do tratamento/reabilitação do paciente monitorando seus avanços e adaptando melhores estratégias de tratamento vinculadas às etapas mais complexas do jogo [12].

Vale ressaltar que a boa interação interdisciplinar entre a equipe de computação e de fisioterapia foi de extrema importância para a criação de um jogo com características de movimentos funcionais, adaptável à realidade da fisioterapia tradicional e às limitações de cada paciente, mostrando a necessidade da comunicação entre as áreas em prol do desenvolvimento de novas metodologias de reabilitação.

## REFERENCES

- [1] Brasil, Ministério da Saúde. (2012) AVC: governo alerta para principal causa de mortes. [Online]. Available: <http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/noticia/7920/893/avc-governo-alerta-para-principal-causa-de-mortes.html>
- [2] S. L. A. Barros, N. R. S. Passos, and M. A. S. N. Nunes, “Estudo Inicial sobre Acidente Vascular Cerebral e Serious Games para aplicação no projeto “AVC” do Núcleo de Tecnologia Assistiva da UFS,” *Revista GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias*, vol. 3, no. 1, pp. 129-143, 2013. [Online]. Available: <http://www.revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/download/94/213>
- [3] D. Michael and S. Chen, *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Thomson, 2006.
- [4] L. B. de Souza, C. da Rosa Paim, M. Imamura, and F. M. Alfieri, “Uso de um ambiente de realidade virtual para reabilitação de acidente vascular encefálico,” 2010.
- [5] E. M. Guimarães and M. A. S. N. Nunes, “Prospecção em Jogos Sérios para reabilitação de pacientes pós-avc,” *Revista GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias*, vol. 3, no. 2, pp. 147–156, 2013. [Online]. Available: <http://www.revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/view/115/206>
- [6] B. Brathwaite and I. Schreiber, *Challenges for Game Designers*. Cengage Learning, 2008.
- [7] K. Werbach and D. Hunter, *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press, 2012.
- [8] C. Castellasi, R. A.F., V. Fosenca, F. Beinotti, T. Oberg, and N. Lima, “Confiabilidade da Versão Brasileira da Escala de Deficiências de tronco em Hemiparéticos,” *Revista Fisioterapia em Movimento*, vol. 22, no. 2, pp. 189-199, 2009. [Online]. Available: <http://www2.pucpr.br/reol/index.php/RFM?dd1=2702anddd99=view>
- [9] K. Pavan, B. E. M. Marangoni, M. O. Zinezzi, S. E. De Matos, P. M. Campos, T. V. Souza, S. Y. Hafi, and S. Lianza, “Efeito da órtese anti-rotacional de tronco em pacientes hemiplégicos: estudo preliminar; effect of orthesis trunk anti-rotational in patient hemiplegics? preliminary study,” *Med. rehabil*, vol. 29, no. 1, 2010.
- [10] F. V. Marcato, “Análise dos ganhos funcionais de tronco no AVE após abordagem fisioterapêutica pelo Conceito Neuroevolutivo de Bobath,” 2005, Faculdade Assis Gurgacz. Monografia de Graduação.
- [11] E. W. de Moura, E. Lima, D. Borges, and P. do Amaral Campos e Silva, *Fisioterapia Aspectos Clínicos e Práticos da Reabilitação*. Artes Medicas, 2005.
- [12] M. A. S. N. Nunes, *Recommender Systems based on Personality Traits: Could human psychological aspects influence the computer decision-making process?* VDM Verlag, 2009.