

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Monitoramento de Dados Motores Por Intermédio de Jogos Eletrônicos

Leonardo Melo de Medeiros

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande - Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação
Linha de Pesquisa: Engenharia de Software

Leandro Dias da Silva (Orientador)
Hyggo Oliveira de Almeida (Orientador)

Campina Grande, Paraíba, Brasil
©Leonardo Melo de Medeiros, Agosto de 2013

0.1 Lista de Acrônimos

DP Doença de Parkinson

Conteúdo

0.1	Lista de Acrônimos	i
1	Introdução	1
1.1	Problemática	2
2	Desenvolvimento de Jogos	7
2.1	Processo de Desenvolvimento	7
2.2	Processo de Desenvolvimento de Jogos	8
2.3	Estágios do Processo de Desenvolvimento de Jogos	9
2.3.1	Conceito	9
2.3.2	Pré-Produção	11
2.3.3	Produção	12
2.3.4	Pós-Produção	12
3	Apêndice: Projeto do Comitê de Ética	18
3.1	Resumo	18
3.2	Introdução	19
3.3	Problemática	23
3.4	Objetivo	24
3.4.1	Específicos	24
3.5	MATERIAL E MÉTODO	24
3.5.1	TIPO DE ESTUDO	24
3.5.2	LOCAL	25
3.5.3	AMOSTRA	25
3.5.4	Formas de Recrutamento	25

3.5.5	MATERIAL	25
3.5.6	PROCEDIMENTOS	28
3.5.7	BASE DE DADOS	29
3.5.8	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	29
3.5.9	CONFIDENCIALIDADE	30
3.5.10	CRITÉRIOS PARA INTERROMPER A PESQUISA	30
3.5.11	RELAÇÃO RISCO BENEFÍCIO DA PESQUISA	30
3.5.12	INFRA-ESTRUTURA	31
3.6	ETAPAS DA PESQUISA E CRONOGRAMA	31
3.6.1	Etapa da Pesquisa	31
3.6.2	Cronograma	31
3.7	ORÇAMENTO ESTIMADO	33

Lista de Símbolos

ECG - *Eletrocardiograma*

FPS - *First-person shooter*

GAHME - *GAme Health Monitor Embedded*

HMD - *Head Mounted Display*

DP - *Doença de Parkinson*

SPEM - *Software Process Engineering Metamodel*

Lista de Figuras

1.1	<i>G-Link® Wireless Accelerometer</i> - Instrumento usado no trabalho de Le-Moyne [2][1][24] para quantificar o tremor da Doença de Parkinson . .	3
1.2	<i>Disposição dos Sensores de Movimento (SHIMMER) no corpo no trabalho de Patel [2][1][35]</i>	3
1.3	Aplicação para iPhone que caracteriza sinais de tremor [2][1][25] . . .	4
1.4	Processo de Identificação do Problema e Proposta da Tese	5
2.1	Estágios de um processo de desenvolvimento de jogos dirigido a planos . .	10
2.2	Estágios de um processo de desenvolvimento ágil	10
3.1	O Jogo <i>Pinball World</i>	26

Lista de Tabelas

3.1	Tipos de tremor, diferenciados pela frequência, amplitude e início em relação a movimentos voluntários	27
3.2	Etapas da Pesquisa	32
3.3	Cronograma	32
3.4	Material Permanente	33
3.5	Material de Consumo	33

Lista de Códigos Fonte

Capítulo 1

Introdução

Nas últimas décadas os jogos eletrônicos, tornaram-se bastante presentes no cotidiano das pessoas, desde seu surgimento no final da década de 70 [30] os jogos eletrônicos acompanharam o crescimento e amadurecimento de seus usuários e evoluíram para plataformas cada vez mais poderosas como PS3 e Xbox 360. A *Entertainment Software Association*, associação formada pelas principais fabricantes americanas de jogos eletrônicos, publicou seu documento anual com estatísticas sobre a indústria, o "*Essential Facts About the Computer and Video Game Industry*" [4]. A pesquisa constata que, em 2011, os jogadores de videogame dos Estados Unidos têm, em média, 37 anos e 29% possuem mais de 50 anos.

Os jogos para a prática de exercício físico doravante *Exergames* se tornaram extremamente populares e estudos já comprovam seus benefícios em relação ao aumento da atividade física [7]. A principal motivação para o seu desenvolvimento, se deve ao estilo de vida atual das pessoas, que fazem uso de diversos dispositivos eletrônicos em seu cotidiano diminuindo a atividade física, ocasionando numa redução da qualidade de vida dos indivíduos [27]. Por esse motivo, buscou-se motivar a prática da atividade física por intermédio dos jogos eletrônicos que proporcionasse a execução dos movimentos, queima de calorias e conseqüentemente uma melhora da saúde [41]. A prática da educação física num ambiente controlado e seguro para a atividade física permite que as pessoas se movimentem ao jogar e o próprio ambiente do jogo busca corrigir posturas e motivar a prática do exercício físico bem como fornecer uma avaliação da atividade física desempenhada [19; 11; 41]. Contudo, estudos indicam que os jogos para exercício físico não conseguem o uso contínuo de seus usuários. Normalmente os jogadores tendem a usá-los durante 4 semanas e por

conta dos movimentos repetitivos ficam desmotivados a jogarem mais vezes [39].

Desde 2005 os jogos eletrônicos fazem uso de dispositivos como acelerômetros, giroscópio, dispositivos de captura de movimento possibilitando ao usuário estivesse uma maior imersão no universo do jogo através da análise de seus movimentos. Como o uso desses dispositivos já está embutido no contexto do jogo, possivelmente o usuário não iria sentir desconforto caso fossem usados para monitorar os dados enquanto estivesse num momento de descontração ao usar um jogo eletrônico e como visto em trabalhos correlatos esse sensores usados em jogos eletrônicos permitem capturar sinais de tremores [43; 24] e posturais.

Neste trabalho, busca-se avaliar a possibilidade de monitorar dados de saúde enquanto os usuários estão em um momento de entretenimento. A presente pesquisa parte do pressuposto que sintomas motores possam ser capturados por intermédio dos sensores de movimento [10; 35; 5] e que estes podem ser usados dentro de um cenário de jogo eletrônico. Atualmente, os jogos eletrônicos já fazem uso de acelerômetros, giroscópio e detecção de movimento através de vídeo. Contudo, como visto anteriormente esses dispositivos já são usados para entretenimento e até a melhora do estado de saúde de seus usuários por intermédio de jogos que motivem a prática de exercícios físicos [41; 11; 8]. Porém, a presente proposta pretende agregar a capacidade de monitorar sintomas motores do usuário dentro de um ambiente de jogo eletrônico, pois por intermédio destes os usuários podem utilizá-los em sua rotina aumentando a frequência do monitoramento de dados motores de saúde.

1.1 Problemática

Para a identificação do problema foi realizado inicialmente uma Revisão Bibliográfica sobre os temas IEEE [26], ACM [16], PubMed [32], Scielo [33] além de Congressos Brasileiros em Informática na Saúde [13] e do Workshop de Informática Médica evento promovido pela [12].

A Revisão da Literatura teve como objetivo buscar trabalhos na área de Computação Pervasiva Aplicada a Saúde que tivessem o objetivo de realizar monitoramento de dados de saúde além de um estudo complementar nas diretrizes médicas que iriam proporcionaram o suporte científico na área médica. Essa etapa teve como objetivo inicial de identificar

problemas nesses trabalhos que pudessem ser solucionados através da presente proposta.

Com os recentes avanços na tecnologia de sensores sem fio, é possível incorporá-los na roupa ou no corpo do usuário (*wearable*) e isso proporciona uma monitorização contínua dos sinais vitais. Contudo a concepção de um sistema de monitoramento *wearable* que não seja invasivo ainda é um grande desafio [3]. Por outro lado, a necessidade de integrar diferentes sensores em uma única solução dificulta essa atividade, pois os dispositivos são considerados pesados, visíveis e estereotipados pelos próprios usuários [1], por esse motivo esses dispositivos são refutados, inviabilizando o monitoramento frequente da saúde nesses casos. Como pode ser visto nos trabalhos que se propõem a monitorar dados motores (figuras: 1.1,1.2), percebe-se a dificuldade de integrar esses dispositivos à vida dos usuários, impactando diretamente na possibilidade de realizar um monitoramento frequente de sintomas motores.



Figura 1.1: *G-Link® Wireless Accelerometer* - Instrumento usado no trabalho de LeMoyné [24] para quantificar o tremor da Doença de Parkinson

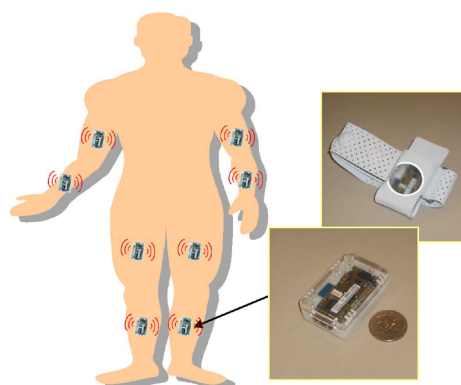


Figura 1.2: *Disposição dos Sensores de Movimento (SHIMMER) no corpo no trabalho de Patel [35]*

Em um trabalho mais recente, LeMoyne [25] conseguiu quantificar os sintomas dos tremores da doença de parkinson usando um Apple iPhone (figura 1.3). Essa abordagem pode ser mais integrada a rotina diária do usuário, por ser um dispositivo bastante difundido e presente na vida do usuário. Contudo, o usuário deveria abrir o aplicativo em diferentes momentos do dia se sentido no contexto de tratamento de saúde para realizar o próprio acompanhamento dos sintomas motores. Logo, o usuário modificaria sua rotina diária para prover os dados relativos a saúde.



Figura 1.3: Aplicação para iPhone que caracteriza sinais de tremor [25]

A figura 1.4 sumariza os passos usados para a identificação do **problema** e a **proposta da tese** que elabora alternativas a esses problemas.

Partindo da necessidade de monitorar dados motores de uma forma não invasiva por intermédio de sensores de movimento e dispositivos de captura de vídeo, pretendemos usar jogos eletrônicos como forma de **motivar** e abstrair o monitoramento de dados de saúde de forma **não invasiva** e longe do **contexto de tratamento de saúde**, essa pesquisa pretende analisar os mecanismos possíveis para monitorar a saúde durante um período divertido e descontraído, por intermédio do uso de jogos eletrônicos que permitem realizar a aquisição e armazenamento desses dados.

Contudo, alinhar a jogabilidade e a possibilidade de monitoramento dos dados de saúde não é uma tarefa trivial. Pois deve ser levado em consideração o uso dos dispositivos e pensar na execução de movimentos ou ações que permitam esse monitoramento. Os movimentos não podem ser repetitivos pois, levaria o usuário jogar por um curto período e como consequência abandonaria o monitoramento [41]. Para propor um jogo que consiga obter um monitoramento dos dados de saúde, deve ser realizado um estudo sobre quais os movimentos e ações que o usuário deve executar. Posteriormente, na posse dessas ações, deverá ser testada a execução dessas atividades e sua captura e possível clas-

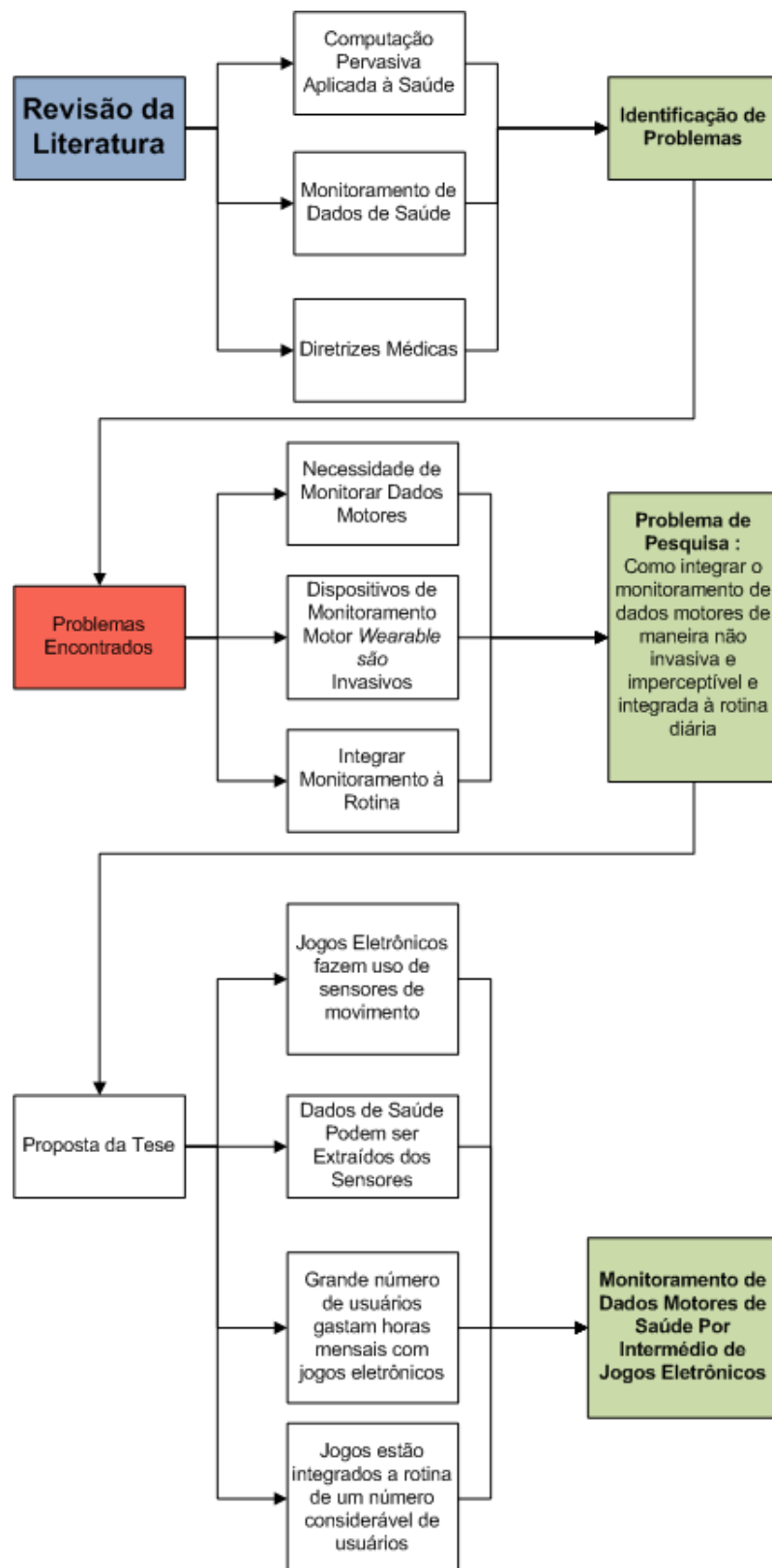


Figura 1.4: Processo de Identificação do Problema e Proposta da Tese

sificação conforme os trabalhos já existentes que realizam essas atividades [6; 2; 5; 10; 35].

Como possível cenário de uso para a pesquisa, podemos supor que um usuário o qual é paciente de uma doença crônica como a Doença de Parkinson (DP) faz uso de algum medicamento antiparkinsoniano e possui um jogo de monitoramento de tremores embarcado em um dispositivo móvel como um celular que possui acelerômetro. Por ser um jogo móvel e disponível em um dispositivo que o usuário carrega consigo na sua rotina diária, ele poderá utilizá-lo quando e onde desejar, logo os sintomas de tremor poderão ser detectados em diferentes momentos do dia. Então o médico de posse da informação a cerca da ocorrência dos sintomas motores poderá avaliar melhor a dosagem medicamentosa. Estudos indicam que uma dosagem correta, irá melhorar a qualidade de vida do usuário ao prolongar a efetividade do medicamento utilizado [29].

Capítulo 2

Desenvolvimento de Jogos

Os melhores jogos, estimulam o estado de fluxo do jogador, colocando num estado de concentração tão intenso que o mesmo perde a percepção de tempo e espaço [21] Jogos de sucesso são mais do que *software*. Um jogo pode entreter um usuário e capturar toda sua atenção, esse é o objetivo que as empresas de jogos tentam atingir [21].

2.1 Processo de Desenvolvimento

Um processo de *software* é um conjunto de atividades relacionadas às práticas necessárias para o desenvolvimento e tem como objetivo final a produção de um produto de *software* [40]. Existem muitos processos de *software* diferentes, mas todos devem incluir quatro atividades fundamentais para a engenharia de *software* [40]:

- *Especificação de software*: A funcionalidade do *software* e as restrições a seu funcionamento devem ser definidas.
- *Projeto e implementação de software*: O *software* deve ser produzido para atender às especificações.
- *Validação de Software*: O *software* deve ser validado para garantir que atenda às demandas do cliente.
- *Evolução de Software*: O *software* deve evoluir para atender às necessidades de mudança dos clientes.

Os processos de *software* são complexos em como toda atividade que exige esforço intelectual e criativo, depende de pessoas para tomada de decisões e fazer julgamentos. Não existe um processo ideal, atualmente a maioria das organizações desenvolvem seus próprios processos de *software* baseados em suas necessidades [40]. Para o desenvolvimento dos jogos eletrônicos é bastante comum fazer uso do modelo em cascata de desenvolvimento [15] [9]. Porém, pesquisas indicam desafios ao aplicar processos de desenvolvimento de software em jogos eletrônicos [21], uma vez que o componente “diversão” do jogo, não pode ser sistematizado e a conseguir uma mecânica de jogo que seja divertida é necessário a execução de vários testes de protótipo até sua evolução por intermédio das iterações dentro do processo de desenvolvimento do jogo.

Os processos de *software*, são categorizados como: dirigidos a planos e processos ágeis. Processos dirigidos a planos são aqueles em que todas as atividades são planejadas com antecedência, e o progresso é avaliado por comparação com o planejamento inicial. Em processos ágeis, o planejamento é gradativo, e é mais fácil alterar o processo de maneira a refletir as necessidades de mudança do cliente [40]. A indústria de jogos eletrônicos, adota processos tradicionais de desenvolvimento como os dirigidos a planos [15; 9]. Bethke [9] defende a adoção do *The Unified Process*, por ter sido aplicado na indústria e por estar vinculado ao desenvolvimento orientado a objetos desde sua concepção. Porém o processo de desenvolvimento defendido por Bethke é bastante semelhante ao modelo de desenvolvimento em cascata [40].

Nesse trabalho serão propostas práticas de engenharia de software e de desenvolvimento de jogos que permitam um monitoramento frequente de dados de saúde. Essas práticas poderão ser aplicadas em processos de desenvolvimento dirigidos a planos e ágeis, caberá ao desenvolvedor do jogo adequar essas práticas no próprio processo de desenvolvimento.

2.2 Processo de Desenvolvimento de Jogos

As Empresas de desenvolvimento de jogos desenvolvem seus próprios processos de desenvolvimento e os aperfeiçoam conforme suas necessidades. Porém, devido a competitividade não expõem ao público o conhecimento adquirido em seus processos de desenvolvimento [37]. Por outro lado, algumas produtoras de jogos, disponibilizam em sites especializados

de jogos Gamasutra¹ postmortems que são relatos do que ocorreu durante o desenvolvimento do projeto, como: práticas utilizadas, pontos positivos, pontos negativos, sucessos e fracassos.

Para o desenvolvimento de pesquisa na área de jogos, alguns trabalhos recorrem ao uso dos *postmortems* como base de conhecimento para a avaliação das técnicas usadas na indústria de jogos [36; 21]. Nesse trabalho, o autor selecionou as práticas mais utilizadas das metodologias ágeis e comparou com o que foi utilizado no desenvolvimento dos jogos. Após a comparação ele analisou quais das práticas utilizadas foram positivas e negativas durante o desenvolvimento conforme o relato. Ao término da fase de análise ele propôs um processo de desenvolvimento ágil para jogos conforme descrito em seu trabalho.

2.3 Estágios do Processo de Desenvolvimento de Jogos

A indústria de jogos tem aplicado as melhores práticas para a produção de jogos de maneira eficiente. Um dos maiores responsáveis por esse processo é a divisão das fases de desenvolvimento em estágios. Em cada estágio são definidos marcos de desenvolvimento que precisam ser respeitados [17; 22].

A maioria dos processos de desenvolvimento de jogos (dirigidos a planos ou ágeis) dividem o desenvolvimento do jogo em quatro fases distintas (Concepção, Pré-Produção, Produção e Pós-Produção) [21; 22; 17; 30]. Podemos ver essa representação gráfica tanto dos estágios de desenvolvimento em um processo dirigido a planos proposto por Fullerton [17] (figura 2.1) quanto a ocorrência da mesma divisão em um processo de jogos ágil proposto por Keith [22] (figura 2.2).

Para Fullerton [17] no início do projeto as possibilidades criativas são grandes e por isso durante essa fase ocorrem suscetíveis mudanças, porém ao longo do projeto devido a convergência de ideias e o progresso do desenvolvimento do jogo existe uma redução natural dessas modificações resultando no produto final [17].

¹<http://www.gamasutra.com>

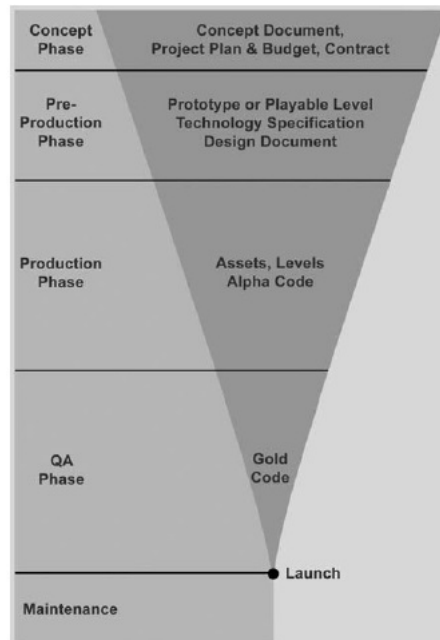


Figura 2.1: Estágios de um processo de desenvolvimento de jogos dirigido a planos

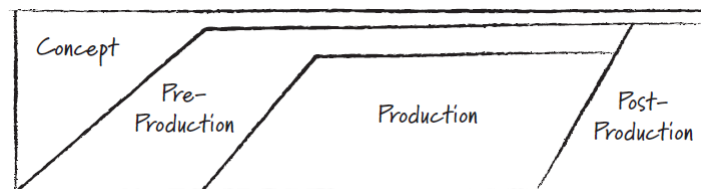


Figura 2.2: Estágios de um processo de desenvolvimento ágil

2.3.1 Conceito

No desenvolvimento de um jogo tradicional, o principal objetivo da fase de conceito, é conseguir o de todos os envolvidos com o primeiro marco de desenvolvimento. Infelizmente, o desenvolvimento de um jogo é uma atividade que possui muitos riscos devido sua complexidade as equipes de desenvolvimento mais sólidas e com experiências passadas são mais indicadas para esses projetos [17]. No entanto, como o jogo com o objetivo de monitoramento para os dados de saúde possui um propósito específico, a fase de conceito necessita do apoio de profissionais especializados na área em que se pretende atuar. A incorporação do profissional na equipe de desenvolvimento se faz importante por permitir identificar quais serão os instrumentos utilizados para fazer a captura dos dados e como esses dados deverão ser coletados e classificados.

É durante a fase de conceito, onde são testadas as tecnologias a serem utilizadas. Primeiramente, deve-se pensar em qual será o público alvo e reunir uma equipe de desenvolvimento comprometida e alinhada a todo o projeto. O comprometimento da equipe de desenvolvimento é de extrema importância para que se consiga mitigar os riscos do desenvolvimento de um jogo [17]. Abordagens tradicionais da engenharia de software sugere que na fase inicial, sejam desenvolvidos protótipos de software com o objetivo de testar a tecnologia e verificar a viabilidade do projeto. Por se tratar de um jogo voltado para o monitoramento da saúde, onde serão capturados sinais e dados de saúde. Nessa etapa, deverão ser estudados as diretrizes médicas que darão o suporte científico para interpretação dos dados, bem como deverão ser analisados, reproduzidos e testados os trabalhos científicos na área para verificar sua viabilidade para a proposta do jogo a ser desenvolvido.

2.3.2 Pré-Produção

Durante a pré-produção, um time pequeno faz um estudo de viabilidade da ideia. Esse time irá criar normalmente um ambiente jogável, focando nas possibilidades e riscos da tecnologia [17]. A entrega de uma versão inicial que demonstre: a relevância da ideia, capacidade técnica da equipe de desenvolvimento e os elementos de jogabilidade e diversão do jogo são fatores cruciais para o prosseguimento nas demais etapas do processo de desenvolvimento [17]. Por se tratar de um jogo para o monitoramento, os desenvolvedores devem avaliar a

capacidade de aquisição e classificação dos dados de saúde. O jogo deve ser divertido, mas deve ter como objetivo principal a captura de informação de saúde.

Como o estágio de pré-produção não é uma fase de construção de *software*, é importante refinar o game design do jogo, para que a documentação não fique desatualizada reduzindo os riscos potenciais do produto final [17].

2.3.3 Produção

O estágio de produção é o mais demorado e caro do desenvolvimento, o objetivo desse estágio é desenvolver o que foi pre-estabelecido no *game design*. Nesse processo, o refinamento e melhoria do *game design* é inevitável, já que os desenvolvedores irão passar mais tempo pensando nas soluções e refletindo-as no game design [17].

Nesse estágio os desenvolvedores escrevem o código trazendo as funcionalidades ao jogo. Os *art designers* criam as artes e animação e os engenheiros de som criam as músicas e os efeitos sonoros. Os responsáveis pelo enredo criam os diálogos e todo o contexto do jogo. A produção do jogo deve trabalhar de forma comunicativa e colaborativa para que todos percebam o progresso do jogo, sempre monitorando as entregas para garantir os prazos definidos previamente durante a pré-produção [17].

2.3.4 Pós-Produção

Na etapa final do processo de desenvolvimento de jogos tradicional a pós-produção é responsável por fazer o refinamento do jogo e testes finais. Essa fase deve garantir que o jogo seja entregue com qualidade e sem erros de execução e que venha a impactar na jogabilidade. Nesse momento o jogo será testado nas diferentes plataformas para aprovar e e por fim disponibilizá-lo [22].

Bibliografia

- [1] Rikke Aarhus and Stinne Aaløkke Ballegaard. Negotiating boundaries: managing disease at home. In *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems*, CHI '10, pages 1223–1232, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [2] Alberto Albanese and Joseph Jankovic. *Hyperkinectic Movement Disorder - Diferential Diagnosis and Treatment*. Wiley-Blackwell, 2012.
- [3] Hande Alemdar and Cem Ersoy. Wireless sensor networks for healthcare: A survey. *Computer Networks*, 54(15):2688–2710, October 2010.
- [4] Entertainment Software Association. Essential facts about the u.s. computer and video game industry, 2011.
- [5] M. Bachlin, M. Plotnik, D. Roggen, N. Inbar, N. Giladi, J. Hausdorff, and G. Troöster. Parkinsons disease patients perspective on context aware wearable technology for auditive assistance. In *3rd International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2009. PervasiveHealth 2009*, pages 1–8. IEEE, April 2009.
- [6] Stinne Aaløkke Ballegaard, Thomas Riisgaard Hansen, and Morten Kyng. Healthcare in everyday life: designing healthcare services for daily life. In *Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, CHI '08, pages 1807–1816, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [7] Tom Baranowski, Richard Buday, Debbe I Thompson, and Janice Baranowski. Playing for real: video games and stories for health-related behavior change. *American Journal of Preventive Medicine*, 34(1):74–82, 2008.

- [8] N.A. Bartolome, A.M. Zorrilla, and B.G. Zapirain. Can game-based therapies be trusted? is game-based education effective? a systematic review of the serious games for health and education. In *Computer Games (CGAMES), 2011 16th International Conference on*, pages 275 –282, july 2011.
- [9] E. Bethke. *Game development and production*. Wordware game developer’s library. Wordware Publishing, Incorporated, 2003.
- [10] Chien-Wen Cho, Wen-Hung Chao, Sheng-Huang Lin, and You-Yin Chen. A vision-based analysis system for gait recognition in patients with parkinson’s disease. *Expert Syst. Appl.*, 36:7033–7039, April 2009.
- [11] Silvia Silva da Costa Botelho César Augusto Otero Vaghetti, Pollyana Notargiacomo Mustaro. Exergames no ciberespaço: uma possibilidade para educação física. *SBC - Proceedings of SBGames*, 2011.
- [12] Sociedade Brasileira de Computação. www.sbc.org.br, Maio 2013.
- [13] Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, Maio 2013.
- [14] S. Fahn and R. Elton. Unified parkinson’s disease rating scale. In S. et al Fahn, editor, *Recent developments in Parkinson’s disease*, pages 153–63. Macmillan Health Care Information, New Jersey, 1987.
- [15] J.P. Flynt and O. Salem. *Software Engineering for Game Developers*. Software Engineering Series. Course Technology Ptr, 2005.
- [16] Association for Computing Machinery. <http://www.acm.org/>, Maio 2013.
- [17] T. Fullerton, C. Swain, and S. Hoffman. *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. Gama Network Series. Elsevier Morgan Kaufmann, 2008.
- [18] Fátima Goulart and Luciana Xavier Pereira. Uso de escalas para avaliação da doença de parkinson em fisioterapia. *Fisioterapia e Pesquisa*, Volume II, 2005.

- [19] S. Hardy, A. El Saddik, S. Gobel, and R. Steinmetz. Context aware serious games framework for sport and health. In *Medical Measurements and Applications Proceedings (MeMeA), 2011 IEEE International Workshop on*, pages 248 –252, may 2011.
- [20] M M Hoehn and M D Yahr. Parkinsonism: onset, progression, and mortality. 1967. *Neurology*, 57(2):318 and 16 pages following, 2001.
- [21] Christopher M. Kanode and Hisham M. Haddad. Software engineering challenges in game development. In *Proceedings of the 2009 Sixth International Conference on Information Technology: New Generations*, ITNG '09, pages 260–265, Washington, DC, USA, 2009. IEEE Computer Society.
- [22] C. Keith. *Agile Game Development with Scrum*. Addison Wesley Signature Series. Addison Wesley, 2010.
- [23] Bozena Kostek, Katarzyna Kaszuba, Pawel Zwan, Piotr Robowski, and Jaroslaw Slawek. Automatic assessment of the motor state of the parkinson’s disease patient - a case study. *Diagn Pathol*, 7:18, 2012.
- [24] R. LeMoyne, C. Coroian, and T. Mastroianni. Quantification of parkinson’s disease characteristics using wireless accelerometers. In *Complex Medical Engineering, 2009. CME. ICME International Conference on*, pages 1 –5, april 2009.
- [25] R. LeMoyne, T. Mastroianni, M. Cozza, C. Coroian, and W. Grundfest. Implementation of an iphone for characterizing parkinson’s disease tremor through a wireless accelerometer application. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE*, pages 4954 –4958, 31 2010-sept. 4 2010.
- [26] IEEE Explorer Digital Library. <http://ieeexplore.ieee.org>, Maio 2013.
- [27] J. Maitland, S. Sherwood, L. Barkhuus, I. Anderson, M. Hall, B. Brown, M. Chalmers, and H. Muller. Increasing the awareness of daily activity levels with pervasive computing. In *Pervasive Health Conference and Workshops, 2006*, pages 1 –9, 29 2006-dec. 1 2006.

-
- [28] Murilo S. Menezes. *Doença De Parkinson*. 2003.
- [29] Luciane Costa Campos Milena Rodrigues. Estratégia para o tratamento com levodopa na doença de parkinson. *Revista Analytica*, 26, 2006.
- [30] M.E. Moore. *Basics of Game Design*. Taylor & Francis Group, 2011.
- [31] Portaria SAS/MS nº 228 de 10 de maio de 2010 (Republicada em 27.08.10). *Protocolo Clínico E Diretrizes Terapêutica - Doença de Parkinson*. Ministério da Saúde, 2010.
- [32] US National Library of Medicine National Institutes of Health, Maio 2013.
- [33] Scientific Eletronic Library Online, Maio 2013.
- [34] D L Bailey G V Sawle D J Brooks P K Morrish, J S Rakshi. Measuring the rate of progression and estimating the preclinical period of parkinson's disease with [f]dopa pet. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 64:314–319, 1998.
- [35] S. Patel, K. Lorincz, R. Hughes, N. Huggins, J. Growdon, D. Standaert, M. Akay, J. Dy, M. Welsh, and P. Bonato. Monitoring motor fluctuations in patients with parkinson's disease using wearable sensors. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 13(6):864–873, November 2009.
- [36] Fábio Dos Santos Petrillo. Práticas Ágeis no processo de desenvolvimento de jogos eletrônicos. Master's thesis, UFRGS, 2008.
- [37] Luis F. de Almeida Rafael A. Santos, Vinicius A. Góes. Metodologia origame: um processo de desenvolvimento de jogos. In *SBC - Proceedings of SBGames 2012*, 2012.
- [38] L.P. ROWLAND. *TRATADO DE NEUROLOGIA*. GUANABARA.
- [39] Jeff Sinclair, Philip Hingston, and Martin Masek. Considerations for the design of exergames. Technical report, ACM Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques.
- [40] Ian Sommerville. *Engenharia de software*. PEARSON, 2011.

- [41] Katja Suhonen, Heli Väättäjä, Tytti Virtanen, and Roope Raisamo. Seriously fun: exploring how to combine promoting health awareness and engaging gameplay. In *Proceedings of the 12th international conference on Entertainment and media in the ubiquitous era*, MindTrek '08, pages 18–22, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [42] Penelope Sweetser and Peta Wyeth. Gameflow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Comput. Entertain.*, 3(3):3–3, July 2005.
- [43] J. Synnott, Liming Chen, C.D. Nugent, and G. Moore. Wiipd objective home assessment of parkinson’s disease using the nintendo wii remote. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(6):1304–1312, 2012.
- [44] Eduardo Tolosa, Gregor Wenning, and Werner Poewe. The diagnosis of parkinson’s disease. *The Lancet Neurology*, 5(1):75–86, January 2006.
- [45] R. Van Solingen and E. Berghout. *The Goal/Question/Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development*. McGraw-Hill, 1999.
- [46] Leonardo Vedolin. Avaliação da doença de parkinson pela ressonância magnética. *Radiologia Brasileira*, 36:110 – 110, 03 2003.

Capítulo 3

Apêndice: Projeto do Comitê de Ética

3.1 Resumo

Com os recentes avanços na tecnologia de sensores sem fio, é possível incorporá-los na roupa ou no corpo (*wearable*) do usuário e isso proporciona uma monitorização contínua dos sinais vitais. Contudo a concepção de um sistema de monitoramento *wearable* que não seja invasivo ainda é um grande desafio. Por outro lado, a necessidade de integrar diferentes sensores em uma única solução dificulta essa atividade, pois os dispositivos são considerados pesados, visíveis e estereotipados pelos próprios usuários [1], por esse motivo esses dispositivos são refutados, inviabilizando o monitoramento contínuo da saúde nesses casos. Contudo, desde 2005 os jogos eletrônicos fazem uso de dispositivos como acelerômetros, giroscópio, dispositivos de captura de movimento possibilitando ao usuário estivesse uma maior imersão no universo do jogo através da análise de seus movimentos. Esses sensores usados em jogos eletrônicos permitem capturar sinais de tremores [43; 25] e posturais que são sintomas presentes na DP. Como o uso desses dispositivos já está embutido no contexto do jogo, possivelmente o usuário não iria sentir desconforto caso fossem usados para monitorar os sintomas da DP enquanto estivesse num momento de descontração ao usar um jogo eletrônico.

3.2 Introdução

A DP é uma das doenças mais comum nos idosos. Apesar dos sintomas clássicos o diagnóstico clínico não é específico, não há exames laboratoriais, diagnósticos e existem outras doenças que se manifestam como a DP [46; 44]. A DP é uma afecção do sistema nervoso central, a qual é expressa de forma crônica e progressiva. Ela é causada pela degeneração dos neurônios produtores de dopamina presente na substância negra e caracterizada pelos sintomas parkinsonianos: tremor em repouso (que diminui durante movimentos voluntários); bradicinesia ou hipocinesia (lentidão e escassez de movimentos, além de dificuldade na marcha), rigidez muscular (aumento da resistência ao movimento passivo dos membros), perda de reflexos posturais que leva a alteração da marcha e aumenta a ocorrência de queda [44; 29].

Parkinsonismo é um termo genérico que designa uma série de doenças com causas diferentes e que têm em comum a presença de sintomas frequentemente encontrados na doença de Parkinson. Esta doença é uma das muitas formas de parkinsonismo, correspondendo a cerca de 75% dos casos. A evolução da doença a gravidade e a progressão dos sintomas variam de um paciente para outro. No momento não existe teste diagnóstico para a doença e estudos comprovam dificuldade na diferenciação clínica entre DP e outras formas de parkinsonismo. A maioria dos neurologistas concorda que o diagnóstico da DP requer a identificação de alguma combinação de sinais motores cardinais (tremor de repouso, bradicinesia, rigidez tipo roda denteada, alterações posturais), porém uma classificação clínica padrão ainda não foi obtida [31]. Além do mais, um diagnóstico auxiliar importante é a resposta dos pacientes aos medicamentos antiparkinsonianos tal como a levodopa [31]. Os pacientes com DP quase sempre apresentam uma resposta satisfatória a esse medicamento, e no caso de não responder satisfatoriamente à levodopa, é provável que o diagnóstico seja de outra forma de parkinsonismo. Porém, na literatura [38] uma resposta à levodopa não confirma o diagnóstico de DP porque existem muitos casos de parkinsonismo sintomático e muitas formas de síndrome de Parkinson em seus estágios iniciais que também respondem à levodopa.

A DP é uma doença mais comum em idosos, porém existem casos precoces de início da doença em indivíduos antes dos 40 anos ou até mesmo abaixo dos 21 [28]. A incidência

da doença é estimada de 100 a 200 casos por 100.000 habitantes, com o avanço da idade a probabilidade do desenvolvimento da doença tende a aumentar. Por se tratar de uma doença progressiva, sua evolução acarreta em incapacidade grave após 10 a 15 anos, ocasionando em impacto social e financeiro, principalmente na população mais idosa. Estima-se que o custo anual mundial com medicamentos antiparkinsonianos esteja em torno de 11 bilhões de dólares, sendo o tratamento cerca de 3 a 4 vezes mais caro para pacientes na fase avançada da doença [31].

Com o surgimento do tratamento para DP torna possível manter uma boa mobilidade funcional durante anos e aumenta a expectativa de vida dos pacientes tratados [29]. Os fármacos do grupo dos antiparkinsonianos como a levodopa permitiram restaurar a atividade dopaminérgica que pode se encontrar reduzida, desta forma as drogas utilizadas são bem sucedidas no alívio de sintomas característicos da doença. Entretanto, devido aos efeitos colaterais frequentes induzidos pelos fármacos, é preciso iniciar o tratamento com esses medicamentos somente quando os sintomas estiverem prejudicando o desempenho profissional ou das atividades diárias do paciente [29].

A natureza progressiva da DP e suas manifestações clínicas (motoras e não motoras), associadas a efeitos colaterais precoces e tardios da intervenção terapêutica, tornam o tratamento da doença bastante complexo [31] e estima-se que a taxa de morte dos neurônios dopaminérgicos da substância negra situa-se ao redor de 10% ao ano [34]. Consequentemente, com o passar do tempo a sintomatologia parkinsoniana piora necessitando aumentar as doses da medicação, logo com a progressão da doença, a eficácia do tratamento diminui e os pacientes passam a não responder ao tratamento medicamentoso [31].

Determinados sintomas parkinsonianos são decorrentes do uso da medicação por um longo período, seja ela levodopa ou dopaminérgicos [31]. No início do tratamento o levodopa irá melhorar consideravelmente a qualidade de vida do paciente que poderá permanecer nesse estado por anos. Mas, com o passar dos anos a efetividade da medicação tende a diminuir e o paciente poderá apresentar um sintoma denominado de efeito *on/off*: que é a ocorrência de flutuações do estado clínico, quando a rigidez e hipocinesia agravam-se subitamente podendo durar poucos minutos ou até mesmo horas. Alternar entre os estados *on* (“normal”) e *off* (“com os sintomas parkinsonianos”). As mudanças dos estados *on* para *off* dependerá do horário da ingestão do medicamento que tornará previsível a mudança para o estado

on. Contudo, alguns pacientes podem ter mudanças abruptas para o estado *off*, sem qualquer correlação com o tempo em que a medicação foi ingerida. Essa irregularidade de não conseguir determinar o momento em que o paciente entrará no estado *on* ou *off* impacta diretamente nas avaliações objetivas do profissional que irá avaliar a evolução da doença [23; 35].

Outro efeito colateral no uso do medicamento bastante conhecido é o surgimento da discinesia (movimentos involuntários de contorção) em 80% dos pacientes que recebem a levodopa como tratamento prolongado. Esse sintoma pode ser aliviado com a diminuição da dose, por outro lado, os sintomas da doença tendem a retornar. Com o surgimento de discinesia intensa é necessário otimizar o gerenciamento do tratamento medicamentoso, levando a adicionar novos medicamentos para reduzir os sintomas incapacitantes a longo prazo [29].

A partir dos tratamentos para a DP, foram criadas escalas de avaliação do progresso da doença [14; 20]. Essas escalas permitem avaliar: a condição clínica geral, incapacidades, funções motoras e mentais e até mesmo a qualidade de vida dos pacientes. Esses instrumentos são importantes tanto no nível clínico quanto no científico, pois permitem monitorar a progressão da doença e a eficácia do tratamento medicamentoso [14; 18]. Sendo assim, foi criada em 1987 a Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (Unified Parkinson's Disease Rating Scale – UPDRS) [14] que é amplamente utilizada para monitorar a progressão da doença e a eficácia do tratamento, sendo considerada confiável, válida e qualificada como um método adequado para a avaliação da DP [18].

Na UPDRS a evolução da DP é classificada nas seguintes fases [14]:

- **ESTÁGIO 0:** Nenhum sinal da doença;
- **ESTÁGIO 1:** Doença unilateral;
- **ESTÁGIO 1,5:** Envolvimento unilateral e axial;
- **ESTÁGIO 2:** Doença bilateral sem déficit de equilíbrio;
- **ESTÁGIO 2,5:** Doença bilateral leve, com recuperação no “teste do empurrão”;
- **ESTÁGIO 3:** Doença bilateral leve a moderada; alguma instabilidade postural; capacidade para viver independente;

- **ESTÁGIO 4:** Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda;
- **ESTÁGIO 5:** Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda.

A UPDRS é composta por 42 itens, divididos em quatro partes (atividade mental, comportamento e humor, atividades de vida diária e exploração motora e complicações da terapia medicamentosa) e através da avaliação desses sintomas, por intermédio do auto-relato e da observação clínica, é possível classificar em que estágio da doença o paciente se encontra. Contudo, justamente por ser baseada em auto-relato e observação clínica a qual é realizada eventualmente com a presença de um profissional, pesquisadores questionam a efetividade da avaliação do estágio da doença e propõem alternativas para avaliação dos itens motores de forma quantitativa através de sensores, os quais permitem monitorar o estágio do paciente [23; 43; 35].

A identificação dos sintomas da DP durante a rotina diária permite um diagnóstico mais precoce da doença e consequentemente obter seus benefícios de um tratamento mais duradouro. Além disso, o monitoramento dos efeitos da medicação usada pelo paciente permite um gerenciamento da medicação e consequentemente reduz os sintomas indesejáveis da doença e prolongando a qualidade de vida do paciente.

Com os recentes avanços na tecnologia de sensores sem fio, é possível incorporá-los na roupa ou no corpo (*wearable*) do usuário e isso proporciona uma monitorização contínua dos sinais vitais. Contudo a concepção de um sistema de monitoramento *wearable* que não seja invasivo ainda é um grande desafio [3]. Por outro lado, a necessidade de integrar diferentes sensores em uma única solução dificulta essa atividade, pois os dispositivos são considerados pesados, visíveis e estereotipados pelos próprios usuários [1], por esse motivo esses dispositivos são refutados, inviabilizando o monitoramento contínuo da saúde nesses casos. Contudo, desde 2005 os jogos eletrônicos fazem uso de dispositivos como acelerômetros, giroscópio, dispositivos de captura de movimento possibilitando ao usuário estivesse uma maior imersão no universo do jogo através da análise de seus movimentos. Como visto na literatura científica, esses sensores usados em jogos eletrônicos permitem capturar sinais de tremores [43; 25] e posturais que são sintomas presentes na DP. Como o uso desses dispositivos já está embutido no contexto do jogo, possivelmente o usuário não iria sentir

desconforto caso fossem usados para monitorar os sintomas da DP enquanto estivesse num momento de descontração ao usar um jogo eletrônico.

Os jogos eletrônicos não são usados somente por crianças e adolescente, em uma pesquisa da Entertainment Software Association, associação formada pelas principais fabricantes americanas de jogos eletrônicos “*Essential Facts About the Computer and Video Game Industry*” [4] demonstra que em 2011 os jogadores de videogame dos Estados Unidos possuem, em média, 37 anos e 29% dos jogadores de videogame possuem mais de 50 anos. Logo, temos uma parcela bastante significativa de usuários que podem ser beneficiados com o monitoramento de dados de saúde por intermédio dos jogos eletrônicos.

Como visto, o objetivo principal deste trabalho é possibilitar meios de monitorar o usuário e tentar identificar sintomas da DP em diferentes momentos do dia com o propósito de possibilitar um diagnóstico precoce e melhorar no gerenciamento da dosagem medicamentosa contribuindo para um prolongamento da qualidade de vida dos pacientes de DP.

3.3 Problemática

Alinhar a jogabilidade e a possibilidade de monitoramento dos dados de saúde não é uma tarefa trivial. Pois deve ser levado em consideração o uso dos dispositivos e pensar na execução de movimentos ou ações que permitam esse monitoramento. Os movimentos não podem ser repetitivos pois, levaria o usuário jogar por um curto período e como consequência abandonaria o monitoramento [41]. Para propor um jogo que consiga obter um monitoramento dos dados de saúde, deve ser realizado um estudo sobre quais os movimentos e ações que o usuário deve executar. Posteriormente, na posse dessas ações, deverá ser testada a execução dessas atividades e sua captura e possível classificação conforme os trabalhos já existentes que realizam essas atividades [6; 2; 5; 10; 35]. De posse dos movimentos e da captura dos dados será feito um levantamento de um *game design* que permita executar os movimentos em um ambiente lúdico e divertido como um jogo para entretenimento [42].

3.4 Objetivo

Essa pesquisa tem como objetivo identificar sintomas motores da doença de parkinson (tremores, bradicinesia e discinesia) através de um jogo eletrônico, dentro de um grupo de casos com doença de parkinson em diferentes estágios da doença segundo a UPDRS [14].

3.4.1 Específicos

- Capturar a ocorrência, frequência e amplitude dos sintomas de tremor em casos de parkinson através do uso de um aparelho celular com acelerômetro;
- Capturar a frequência e amplitude dos sinais de tremor em pessoas do grupo controle para confrontar com os dados dos casos escolhidos;
- Capturar a manifestação clínica de bradicinesia em casos de parkinson ao mover-se de um lado para o outro, levantar o braço e a perna através do uso de um dispositivo de captura de vídeo e reconhecimento de movimentos;
- Capturar os movimentos do grupo controle ao mover-se de um lado para o outro, levantar o braço e a perna através do uso de um dispositivo de captura de vídeo e reconhecimento de movimentos;
- Verificar a relação entre a manifestação do sintoma de tremor em efeito com o medicamento antiparkinsoniano através do uso de um aparelho celular com acelerômetro;
- Verificar a relação entre a manifestação do sintoma de bradicinesia em efeito com o medicamento antiparkinsoniano através do uso de um dispositivo de captura de vídeo e reconhecimento de movimentos;

3.5 MATERIAL E MÉTODO

3.5.1 TIPO DE ESTUDO

Estudo analítico de caso-controle.

3.5.2 LOCAL

Grupo de pacientes da Clínica de Fisioterapia Dr. Rodrigo Ramalho pertencente ao Centro Universitário Cesmac.

3.5.3 AMOSTRA

A técnica de amostragem utilizada para seleção, será por conveniência onde será composta por todos indivíduos que estejam diagnosticado com DP e indivíduos da mesma faixa etária como grupo de controle.

3.5.4 Formas de Recrutamento

A forma de recrutamento deste protocolo será Circunscrita por intermédio de um profissional de saúde da própria Clínica de Fisioterapia. O profissional deverá conhecer a história clínica do paciente e obterá a permissão do mesmo para que a equipe de pesquisa possa entrar em contato. A equipe de pesquisa deverá explicitar os riscos e benefícios da participação da pesquisa buscando a espontaneidade da decisão e depois fornecer o Termo De Consentimento Livre E Esclarecido.

Critério de inclusão

Casos com a DP diagnosticada até o estágio 3 segundo a UPDRS [14], sem distinção de sexo ou raça, que esteja com participação ativa na Clínica de Fisioterapia Dr. Rodrigo Ramalho e que aceitem participar do estudo.

Critério de exclusão

Pessoas com sintomas motores que não sejam de DP e que tenham problemas em equilíbrio além daqueles que se neguem a participarem do estudo.

3.5.5 MATERIAL

Para a presente pesquisa serão testados dois jogos desenvolvidos por alunos do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) e da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Jogo: Pinball World

O *Pinball World*, é um jogo voltado para o entretenimento e pode ser usado por seus usuários em diferentes momentos do dia. O principal propósito do jogo é monitorar os sintomas de tremor das mãos do usuário por intermédio do acelerômetro usado como instrumento de controle. O usuário deverá movimentar o dispositivo para esquerda, direita e isso controlará a bola de *pinball*, personagem principal do jogo. Durante o jogo o nível de tremor em movimento do usuário capturado e em outro momento em que o usuário precisa apenas visualizar o trajeto da bola, o jogador permanecerá parado e nesse momento será possível capturar o tremor de repouso. O jogo é composto por uma floresta e com uma cachoeira e sua respectiva queda d'água trazendo paz e tranquilidade ao jogador.

O tremor de movimento é capturado durante os momentos em que o jogador precisa movimentar o dispositivo para controlar a bola e desviar de obstáculos. Em outro momento, quando o jogador mantém o dispositivo parado e precisa apenas visualizar o trajeto da bola, é possível capturar o tremor de repouso. As coordenadas do acelerômetro são capturadas a uma taxa de amostragem de 16Hz durante o curso do jogo. De acordo com a Tabela 3.1 [2], uma taxa de amostragem de 16Hz é suficiente para capturar os tipos de tremores que ocorrem nas mãos e membros.

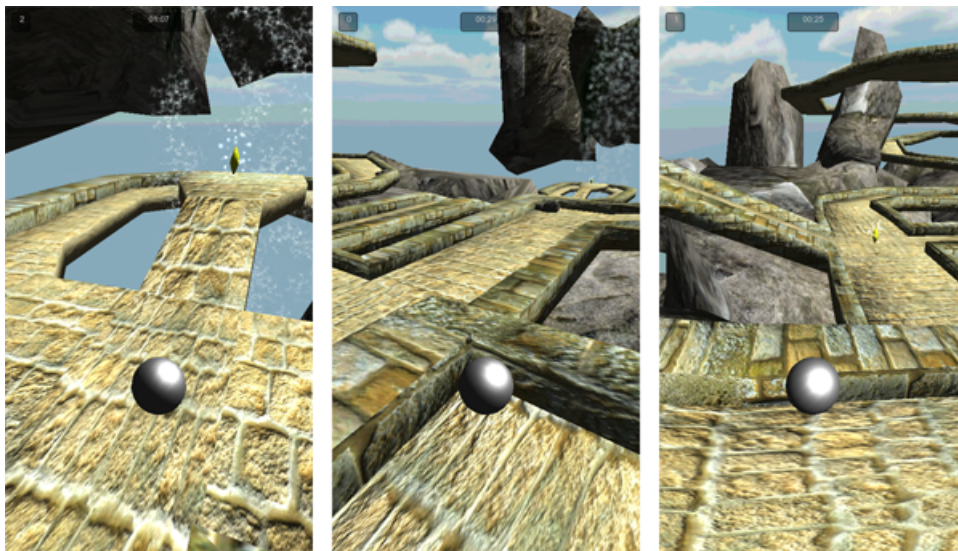


Figura 3.1: O Jogo *Pinball World*

Tabela 3.1: Tipos de tremor, diferenciados pela frequência, amplitude e início em relação a movimentos voluntários

Frequência	Tipo de tremor	Amplitude	Lado predominante	Relação com movimento voluntário
1-4 Hz	Cerebelar	Média-Alta	Membros	Postural, ação
3-5 Hz	Específico de tarefa	Baixa-Média	Mão	Escrita, segurar talheres, tocar instrumentos
4-5 Hz	Parkinsoniano	Média-Alta	Membros, mandíbula	Repouso
5-8 Hz	Essencial	Média-Alta	Membros, cabeça, voz	Postural
8-12 Hz	Fisiológico	Média	Membros	Postural
14-16 Hz	Ortostático	Baixa-Média	Pernas, tronco	Ficar de pé

Jogo: *Catch the Spheres*

O jogo *Catch the Spheres* é em terceira pessoa no qual o jogador, por meio de seu personagem, deverá capturar ou desviar de bolas que vêm em sua direção. Existem dois tipos de bolas: azuis e vermelhas. Inicialmente, todas as bolas são vermelhas e algumas destas mudam para a cor azul ao se aproximarem do jogador. O tempo para a bola mudar de cor pode ser menor ou maior, a depender do nível de dificuldade selecionado. Um personagem no centro do cenário replica todos os movimentos executados pelo jogador e capturado através do dispositivo de captura de vídeo. Deve-se tocar as bolas azuis com os pés ou as mãos e desviar das bolas vermelhas.

A finalidade do jogo é capturar dados do movimento do jogador enquanto ele executa as ações específicas do jogo. O intervalo de tempo entre o momento em que a bola muda de cor e o momento em que a bola é capturada pelo jogador mede o reflexo do jogador, enquanto que a velocidade dos seus membros é calculada através da distância percorrida pelas mãos ou pés para capturar as bolas. Com a execução desse jogo, pretende-se colher dados para conseguir classificar os sintomas da DP como: Bradicinesia e Discinesia.

3.5.6 PROCEDIMENTOS

Este protocolo de pesquisa será submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Cesmac, somente depois da aprovação deste é que os dados serão coletados.

Para identificar a possibilidade de integrar o monitoramento da saúde do jogador por intermédio de jogos eletrônicos à sua rotina diária, será utilizada a abordagem *Goal, Question, Metric* (GQM). GQM é uma abordagem hierárquica que inicia com objetivo principal e o divide em atividades que podem ser mensuradas durante a execução do projeto. É uma abordagem para integrar objetivos a modelos de processos de software, produtos e perspectivas de qualidade de interesse, baseado nas necessidades do projeto e da organização [45]. Os participantes da pesquisa serão convidados a responder o questionário GQM para avaliar se o jogo permite monitorar dados motores de forma não invasiva podendo estar integrado a rotina diária das pessoas.

Os resultados que se desejam alcançar será o descobrimento de mecanismos para a iden-

tificação e classificação dos sintomas de tremores. O tremor é o principal sintoma parkinsoniano e a diferença dos ciclos pode auxiliar no diagnóstico da doença; sua maior frequência é quando o membro está em repouso sendo chamado de tremor de repouso. Essa pesquisa também fará uma análise de jogos que fazem uso de sensores de movimento e avaliará as possibilidades de aquisição de dados de saúde baseada na Cinemática Linear do Movimento Humano. Através dos resultados obtidos pretendemos avaliar e classificar a normalidade e dificuldade na execução de movimentos como levantar um braço, esticar uma perna ou balançar o corpo.

A coleta de dados será feita no próprio espaço sendo realizada em local reservado e de forma individual e permitindo sua participação por meio do Termo de Consentimento.

Os voluntários da pesquisa deverão executar os seguintes procedimentos:

1. O voluntário irá jogar o jogo *Catch the Spheres* por aproximadamente 1 minuto e 30 segundos;
2. O voluntário irá jogar o jogo *Pinball World* com apenas uma das mãos por aproximadamente 1 minuto e 30 segundos;
3. Responder o questionário GQM.

ANÁLISE DE DADOS

3.5.7 BASE DE DADOS

Todos os dados coletados através do acelerômetro e dispositivos de vídeo serão disponibilizados para pesquisa futura, permitindo o uso para pesquisa a todas Instituições envolvidas (CESMAC, UFCG, UFAL e IFAL). Contudo, conforme informado no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, será preservada a identidade do participante na pesquisa e todos os dados que possibilitem sua identificação serão omitidos.

3.5.8 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O participante consentirá com sua participação através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O mesmo receberá todas as informações necessárias quanto à

realização do estudo em todas as suas etapas. Estará cientificado de que sua participação será de acordo com sua vontade, podendo desistir quando lhe aprouver. O termo de consentimento livre e esclarecido se baseia na Resolução Nº 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde (CNS/MS), devendo ser assinado pelo mesmo antes de ser inserido no estudo, procedimento este realizado pelo pesquisador responsável.

3.5.9 CONFIDENCIALIDADE

Os dados do estudo em questão serão considerados propriedade conjunta das partes envolvidas, não devendo ser comunicados a terceiros por uma das partes sem prévia autorização da outra parte interessada. No entanto, torna-se expresso, o comprometimento em tornar público os resultados da pesquisa, sejam eles favoráveis ou não.

3.5.10 CRITÉRIOS PARA INTERROMPER A PESQUISA

Os critérios específicos de interrupção ocorrerão de forma individual para cada sujeito. A pesquisa será interrompida caso os participantes desistam de fazerem parte do estudo, ou caso seja desrespeitado algum preceito ético.

3.5.11 RELAÇÃO RISCO BENEFÍCIO DA PESQUISA

Os riscos inerentes podem decorrer da exposição de dados dos sujeitos da pesquisa, o que pode acarretar danos morais e/ou psicológicos. Assim, serão tomados todos os cuidados para que a identidade do sujeito da pesquisa não seja revelada, garantindo assim, privacidade e confidência das informações. Assim todos os dados do estudo serão manipulados apenas principais pesquisadores, todos os dados serão armazenados sob criptografia, mitigando a possibilidade de vazamento da informação.

Caso surja algum constrangimento por parte do sujeito da pesquisa, ao não conseguir realizar a pesquisa ou responder alguma pergunta devido ao comprometimento da doença. Os pesquisadores prestarão total assistência, orientando adequadamente os sujeito da pesquisa.

O risco se justifica pelos benefícios que a pesquisa poderá trazer com a possibilidade de monitoramento dos sintomas da DP. A identificação dos sintomas motores e classificação desses dados através do computador permitirá avanços para um melhor acompanhamento da

evolução da doença além de permitir que os pacientes possam ser monitorados de forma não invasiva através de um jogo eletrônico. Os pacientes deverão ter o seu estágio da DP previamente diagnosticada por um médico para ser possível comparar os dados do monitoramento com o diagnóstico obtido.

3.5.12 INFRA-ESTRUTURA

A pesquisa será realizada na Clínica de Fisioterapia Dr. Rodrigo Ramalho, onde são realizados tratamentos fisioterápicos juntamente com estudantes do curso de fisioterapia do CESMA. O espaço físico oferece condições favoráveis e adequadas para aplicação dos jogos e também resposta do questionário GQM propostos para este estudo. Para a realização da pesquisa serão utilizados:

- Jogo rodando em celular *smartphone* com Sistema Operacional Android 4.0;
- Jogo rodando em notebook com Sistema Operacional Windows 7.0 e Unity 3d 3.0;
- Caneta esferográfica;
- Papel;
- Pranchetas;
- Pastas arquivadoras;

3.6 ETAPAS DA PESQUISA E CRONOGRAMA

3.6.1 Etapa da Pesquisa

As datas previstas neste cronograma estão sujeitas a modificação, a depender da aprovação do CEP, onde só após esta serão iniciadas.

3.6.2 Cronograma

Legenda: [0] Planejado [X] Executado

Etapa I	Elaboração Projeto
Etapa II	Entrega à Coordenação para análise do Comitê de Ética
Etapa III	Coleta dos dados*
Etapa IV	Apuração e análise dos dados*
Etapa V	Identificação e Classificação dos Sintomas*
Etapa VI	Disponibilização dos Resultados*

Tabela 3.2: Etapas da Pesquisa

Abril	X					
Maio		X				
Junho			0	0		
Junho				0	0	
Julho					0	
Agosto					0	
Setembro						0

Tabela 3.3: Cronograma

ITEM	VALOR UNITÁRIO(R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1 Smartphone Samsung Gallaxy S3	1200,00	1200,00
1 Notebook com Windows 7	2000,00	2000,00

Tabela 3.4: Material Permanente

ITEM	VALOR UNITÁRIO(R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1 Resma de Papel	17,00	17,00
1 Tonnner Impressora a Laser	50,00	50,00
4 Canetas esferográficas	2,00	8,00
2 Pranchetas	10,00	20,00
1 Pasta Arquivadora	3,00	3,00

Tabela 3.5: Material de Consumo

3.7 ORÇAMENTO ESTIMADO

Todo o material permanente que será utilizado nesta pesquisa já é de posse do pesquisador principal. O material de consumo será adquirido com recursos próprios dos pesquisadores, que não irão honorários específicos para esta pesquisa.

TOTAL R\$: 1.782,00

Todos os gastos acima relacionados serão custeados pelos pesquisadores responsáveis pelo estudo.