



Federação das Indústrias do Estado da Bahia

FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSO
GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

ELITON ELÓI BRANDÃO DE FREITAS

SAFESKILL: UM *SERIOUS GAME* PARA ESTUDANTES E
PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA DO TRABALHO - FOCO
NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Salvador
2017

ELITON ELÓI BRANDÃO DE FREITAS

SAFESKILL: UM *SERIOUS GAME* PARA ESTUDANTES E
PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA DO TRABALHO - FOCO
NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Lynn Rosalina Gama Alves

Salvador
2017

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec

Freitas, Eliton E. B.

SafeSkill: um *serious game* para estudantes e profissionais de segurança do trabalho - foco na indústria da construção civil. / Eliton Elói Brandão de Freitas. Salvador, 2017.

108f.

1. Serious game 2. Segurança do trabalho. I. Título

CDD 629.2504

ELITON ELÓI BRANDÃO DE FREITAS

SAFESKILL: UM *SERIOUS GAME* PARA ESTUDANTES E
PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA DO TRABALHO - FOCO NA
INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec.

Banca Examinadora

Lynn Rosalina Gama Alves - Orientadora _____
Doutora em Educação pela Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil
Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC

Isa Beatriz da Cruz Neves _____
Doutora em Educação e Contemporaneidade pela Universidade do Estado da Bahia,
Salvador, Brasil
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Murilo do Carmo Boratto _____
Doutor em Informática pela Universitat Politècnica de València, Valência, Espanha
Universidade do Estado da Bahia

Camila de Sousa Pereira-Guizzo _____
Doutora em Educação Especial pela Universidade Federal de São Carlos, São
Carlos, Brasil
Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC

Dedico este trabalho a minha família,
em especial à minha mãe e ao SENAI
Alagoas pelo apoio nesse percurso.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof.^a Dra. Lynn Rosalina Alves, pelo apoio e esclarecimentos durante o processo de elaboração deste trabalho. Ao SENAI Alagoas por possibilitar e incentivar o meu crescimento profissional. Aos professores e especialistas em Segurança do Trabalho da unidade Centro de Formação Profissional Gustavo Paiva do SENAI Alagoas, que foram fundamentais para a construção deste trabalho. E aos meus colegas de turma, por partilharem comigo os momentos em que avançamos juntos durante este Mestrado. Também quero estender meus agradecimentos aos membros da banca examinadora, os professores Dra. Isa Neves, Dr. Murilo Boratto e Dra. Camila Pereira-Guizzo.

RESUMO

A segurança do trabalho é a junção de ciência e tecnologias que visam proteger o trabalhador em seu ambiente laboral, identificando, avaliando e controlando situações de risco, com o intuito de prevenir acidentes e doenças ocupacionais. Dentro deste contexto, é fundamental que os profissionais técnicos em segurança do trabalho possam ter uma formação de qualidade em ambientes que proporcionem simulação das mais diversas situações de risco, passíveis de ocorrer no local de trabalho. Porém, a criação de um ou mais ambientes de simulação que envolvam situações de risco não é algo simples de ser implementado por instituições de ensino técnico ou superior, requerendo investimentos financeiros consideráveis. A mediação dos ambientes virtuais pode proporcionar a interação dos estudantes de segurança no trabalho com situações de risco, identificando, avaliando, controlando e evitando a ocorrência de acidentes. Dentre esses ambientes, podem se destacar os *serious games*. Considerando os aspectos pontuados acima, surgiu a necessidade de investigar como desenvolver uma proposta de *game design* de um *serious games* que contribua para a formação e requalificação de técnicos e engenheiros de segurança do trabalho? Assim, este trabalho tem por objetivo propor o Documento de Game Design para o *serious game* SafeSkill a fim de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de professores, alunos, técnicos e engenheiros de segurança do trabalho, tendo como foco a aplicação da Norma Regulamentadora nº 18, que visa controlar as condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. A metodologia utilizada nessa pesquisa consistiu no estudo e análise de similares, entrevistas com professores e alunos dos cursos de segurança no trabalho, a fim de delinear e sistematizar a produção do documento do jogo. O resultado da pesquisa é o Documento de Game Design produzido para subsidiar o processo de produção do jogo SafeSkill pelo SENAI Alagoas e outras instituições interessadas.

Palavras-chaves: *serious games*, *game design*, segurança do trabalho, construção civil.

ABSTRACT

Occupational safety is the junction of science and technology aimed at protecting the worker in his work environment, identifying, evaluating and controlling risk situations, in order to prevent accidents and occupational diseases. Within this context, it is essential that technical professionals in occupational safety can have a quality training in environments that provide simulation of the most diverse risk situations, which may occur in the workplace. However, the creation of one or more simulation environments that involve risk situations is not something simple to implement by technical or higher education institutions, requiring considerable financial investments. The mediation of virtual environments can provide the interaction of occupational safety students, with situations of risk, identifying, evaluating, controlling and avoiding the occurrence of accidents. Among these environments, serious games can be highlighted. Considering the aspects mentioned above, the need arose to investigate how to develop a game design proposal for serious games that contributes to the training and requalification of technicians and engineers of work safety? Thus, this paper aims to propose the Game Design Document for the serious game SafeSkill in order to contribute to the teaching-learning process of teachers, students, technicians and engineers of work safety, focusing on the application of the NR 18, which aims to control the conditions and working environment in the construction industry. The methodology used in this research consisted of the study and analysis of similar, interviews with teachers and students of the courses of occupational safety, in order to delineate and systematize the production of the game document. The result of the research is the Game Design Document produced to subsidize the production process of the SafeSkill game by SENAI Alagoas and other interested institutions.

Keywords: serious games, game design, occupational safety, construction.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Jogos digitais desenvolvidos no ano de 2013.....	35
Tabela 2: Quantidade de estudos encontrados por etapa da pesquisa.....	49
Tabela 3: Artigos selecionados para leitura completa.....	49
Tabela 4: Contribuições dos especialistas entrevistados e alunos para o GDD.....	81
Tabela 5: Proposta de papéis para o desenvolvimento do jogo.	93

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Exemplos de visualizações gráficas 2D.....	55
Figura 2: Exemplos de visualizações gráficas 3D.....	57
Figura 3: Ciclo de Vida do Projeto no Scrum.	69
Figura 4: Quadro Kamban - Scrum.	70
Figura 5: Faixa etária dos alunos entrevistados.....	79
Figura 6: Diagrama da arquitetura do jogo SafeSkill.....	90
Figura 7: Diagrama de fluxo do jogo SafeSkill.	91
Figura 8: Diagrama de caso de uso do jogo SafeSkill.	92

LISTA DE SIGLAS

ABRAGAMES - Associação Brasileira das Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos

CAT - Comunicação de Acidente de Trabalho

CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CLT - Consolidação das Leis do Trabalho

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

GDD - Game Design Document

INSS - Instituto Nacional do Seguro Social

MPS - Ministério da Previdência Social

NR - Norma Regulamentadora

OIT - Organização Internacional do Trabalho

OMS - Organização Mundial da Saúde

PCMAT - Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho

TIC - Tecnologia de Informação e Comunicação

UML - Unified Modeling Language (Linguagem de Modelagem Unificada)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema	14
1.2 Justificativa	15
1.3 Objetivos	17
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	17
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	17
1.4 Estrutura do Trabalho	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Segurança do Trabalho	19
2.1.1 <i>Conceitos básicos de segurança do trabalho</i>	20
2.1.2 <i>Segurança do trabalho na construção civil</i>	25
2.2 <i>Serious Games</i>	30
2.2.1 <i>Conceitos de jogos digitais e simuladores</i>	30
2.2.2 <i>Conceitos e princípios dos serious games</i>	33
2.2.3 <i>Taxonomia dos serious games</i>	35
2.2.4 <i>Princípios da criação de serious games</i>	37
2.2.5 <i>Serious games e aprendizagem</i>	43
2.3 <i>Serious Games para Segurança do Trabalho na Construção Civil</i>	47
2.3.1 <i>Descritores e plataformas</i>	48
2.3.2 <i>Resultados obtidos</i>	48
2.3.3 <i>Análise dos resultados</i>	49
2.4 <i>Design de Jogos Digitais</i>	51
2.4.1 <i>Classificação dos jogos digitais</i>	53
2.4.2 <i>Documento de Game Design - GDD</i>	59
2.5 <i>Desenvolvimento Ágil de Software</i>	65
2.5.1 <i>Metodologia ágil Scrum</i>	67
3 METODOLOGIA	71
3.1 <i>Delineamento da Pesquisa</i>	71
3.2 <i>Sujeitos da Pesquisa</i>	72
3.3 <i>Etapas, Técnicas e Instrumentos da Pesquisa</i>	72
3.4 <i>Feedback dos Especialistas</i>	73
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4.1 <i>Contribuições dos Professores Especialistas</i>	75
4.1.1 <i>Análise das entrevistas</i>	75

4.2	Pesquisa com os Alunos	78
4.2.1	<i>Análise dos dados obtidos</i>	78
5	O SERIOUS GAME “SAFESKILL”	82
5.1	Características Gerais do Jogo	82
5.1.1	<i>Objetivos do jogo</i>	83
5.1.2	<i>Público-alvo</i>	85
5.1.3	<i>Classificação etária</i>	86
5.2	Características Técnicas do Jogo.....	86
5.2.1	<i>Ponto de visualização (point of view)</i>	86
5.2.2	<i>Visualização gráfica e estilo visual</i>	87
5.2.3	<i>Gênero do jogo</i>	87
5.2.4	<i>Plataforma de destino e requisitos de hardware</i>	88
5.2.5	<i>Licença de uso</i>	89
5.3	Modelagem do Jogo	89
5.3.1	<i>Arquitetura do jogo</i>	89
5.3.2	<i>Diagrama de fluxo do jogo</i>	91
5.3.3	<i>Diagrama de caso de uso</i>	92
5.4	Modelo de Processo de Desenvolvimento	93
5.5	Tecnologias Envolvidas	94
5.5.1	<i>Modelagem 3D, animação, mapas e texturas</i>	94
5.5.2	<i>Imagens, ilustrações e áudio</i>	95
5.5.3	<i>Motor do jogo</i>	95
5.5.4	<i>Adaptação de recursos tecnológicos</i>	96
6	CONCLUSÕES.....	97
6.1	Trabalhos Futuros.....	99
6.2	Limitações.....	100
6.3	Considerações Finais	100
	REFERÊNCIAS.....	101
	APÊNDICE.....	110
	APÊNDICE 1 - DOCUMENTO DE GAME DESIGN - SAFESKILL	110
	APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	135
	APÊNDICE 3 - ROTEIRO DE ENTREVISTA - ESPECIALISTAS (PROFESSORES)	137
	APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO - ALUNOS.....	139

1 INTRODUÇÃO

A Indústria de Jogos Digitais (IJD) tem desempenhado um papel importante nos últimos 15 anos, não apenas pela sua capacidade de geração de emprego e renda, mas também devido a sua aptidão para promover a inovação tecnológica, influenciando diversos outros setores produtivos, como: marketing e publicidade, saúde, educação, defesa, arquitetura, construção civil, treinamento e formação profissional (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014a).

É uma das indústrias que mais crescem segundo Fleury, Sakuda e Cordeiro (2014), despertando maior interesse do público consumidor de diversos segmentos sociais, faixas etárias e gêneros. Além disso, essa mídia tem se expandido para outras vertentes que não só a do entretenimento, como no processo educacional, seja no ensino regular ou em situações mais específicas, como em cursos profissionalizantes ou na preparação de pessoas em simulações de atividades profissionais ou do dia a dia, como dirigir.

De acordo com Fleury, Nakano e Cordeiro (2014a), o mercado mundial de jogos digitais movimentou 65,7 bilhões de dólares em 2013, com a expectativa de alcançar para 86 bilhões em 2018, o que projeta um crescimento de 6,3% ao ano. Em comparação com o segmento cinematográfico que movimentou 88,2 bilhões de dólares em 2013 e projeta 110 bilhões para 2018, resultando em uma estimativa de crescimento de 4,5% ao ano, menor que o esperado para os jogos digitais. Já no Brasil, a projeção para a indústria de jogos digitais é que avance de 448 milhões de dólares em 2013 para 844 milhões em 2018, com uma taxa de crescimento de 13,5%, acima da estimativa esperada mundialmente.

Segundo Kirriemuir e Mcfarlane (2004), houve uma mudança de paradigma em relação a forma como as instituições de ensino compreendem a utilização dos jogos digitais em todo o mundo. O que despertou um crescente interesse por parte de pesquisadores e professores em utilizar os jogos digitais como um elemento transformador no processo de ensino-aprendizagem, além de tentar identificar quais benefícios eles podem trazer para a educação.

Outro fato que contribui para o crescimento da indústria de jogos digitais são os importantes avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos, ampliando a audiência e a visibilidade de tais jogos. Alguns desses avanços são: o aumento do

poder de processamento dos *hardwares*, maior capacidade gráfica, melhor acesso à Internet, redes móveis com velocidade superior. Estes fatos permitiram o surgimento de jogos online que conectam pessoas de todo o mundo. Além disso, a popularização dos *smartphones* abriu novas possibilidades para os jogos digitais, antes disponíveis apenas para os consoles e computadores, o que incorporou milhões de novos jogadores e diversos perfis de idade e situação social (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014b).

A utilização de jogos digitais na educação, para Balasubramanian e Wilson (2006), é atraente por se tratarem de ambientes virtuais interativos que prendem a atenção do jogador oferecendo desafios que necessitam de cada vez mais habilidade, tornando o processo de aprendizagem mais interessante e dinâmico.

Além disso, é importante ressaltar que, em algumas atividades profissionais, é necessário que as pessoas em processo de formação obtenham o máximo de habilidade antes de iniciar suas atividades práticas. Neste contexto, simuladores e jogos digitais são comumente utilizados, como, por exemplo, na formação de pilotos comerciais ou das Forças Armadas, na preparação de soldados com simuladores de tiro, no treinamento de médicos residentes (BALADEZ, 2012), entre outras atividades profissionais.

Dessa forma, é possível dizer que a utilização de jogos digitais está cada vez mais presente na formação de profissionais e que esta tecnologia pode ser aproveitada em diversas áreas do conhecimento. Uma das áreas que podem ser beneficiadas pela sua utilização é a de segurança do trabalho, pois os jogos podem aprimorar os conhecimentos de pessoas em formação antes de expô-los a situações reais, evitando os riscos encontrados em diversos setores produtivos, como o da construção civil.

Alves (2016) interpreta que os games e simuladores podem ser utilizados no processo educacional, de formação profissional ou treinamento, não se constituindo em meros recursos didáticos, mas sim elementos transformadores do processo de ensino-aprendizagem, indo além de uma perspectiva instrumental.

1.1 Problema

Investigando o processo educacional dos cursos de Técnico de Segurança do Trabalho desenvolvidos pelo SENAI Alagoas, pôde-se identificar a dificuldade em

simular, para o aluno, práticas relacionadas à aplicação das normas de segurança, principalmente as ligadas aos processos da construção civil, como a Norma Regulamentadora nº 18.

As atividades práticas desenvolvidas pelos professores do curso Técnico de Segurança do Trabalho desta instituição são realizadas deslocando os alunos para uma obra em andamento, em parceria com empresas do setor da construção civil do estado de Alagoas. Esta situação gera custos com traslado dos alunos, por meio de aluguel de veículos, além de expô-los a riscos inerentes ao canteiro de obra, tendo em vista que são profissionais em formação e não possuem o conhecimento necessário para transitar em um ambiente repleto de riscos à sua saúde e segurança.

Outro problema identificado em entrevistas com os mesmos professores, é a falta de qualificação adequada dos técnicos de segurança do trabalho que atuam no segmento industrial da construção civil no estado Alagoas, pois, segundo eles, os cursos relacionados a segurança do trabalho não abordam de forma apropriada os conhecimentos necessários para atuar no setor citado, fazendo com que o profissional aprenda as normas e procedimentos apenas quando já está atuando no mercado.

Sendo assim, surge a necessidade de simular as atividades desenvolvidas em um canteiro de obras para que os alunos dos cursos de segurança do trabalho possam desenvolver as atividades práticas pertinentes aos conteúdos vistos em sala de aula podendo, dessa forma, vivenciar o ambiente da construção civil de forma virtual sem estarem expostos a situações de riscos que comprometam a sua integridade física e psíquica.

1.2 Justificativa

Os principais fatores considerados para o desenvolvimento desta pesquisa são: **os econômicos**, tendo em vista a redução de custos por parte das instituições de ensino técnico e tecnológicos na formação de profissionais de segurança do trabalho, considerando que os ambientes reais de simulação de situações de perigo poderão ser reduzidos ou até mesmo dispensados, dando lugar ao jogo; **os educacionais**, analisando que a proposta a ser desenvolvida, irá contribuir para criação de ambientes interativos que favoreçam a construção de conceitos

relacionados com segurança; **os de gestão**, levando em consideração que este ambiente interativo poderá ser utilizado pelas empresas, para formação de seus técnicos e profissionais de segurança do trabalho, contribuindo para os processos gerenciais de segurança em canteiros obras.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi necessário investigar os jogos digitais no processo de ensino-aprendizagem, especialmente na área de segurança; a aplicação das Norma Regulamentadora nº 18, que regulamenta a segurança do trabalho em ambientes da construção civil, bem como o processo de modelagem de jogos digitais com fins educacionais.

A criação de um ou mais ambientes físicos de práticas de situações de risco no trabalho, não é algo simples de ser implementado por instituições de ensino técnico ou superior, requerendo investimentos consideráveis. Isso torna plausível a utilização de jogos digitais, reduzindo o custo de implantação de espaços que proporcionem a interação dos estudantes de segurança do trabalho com ocasiões de risco ou locais de trabalho que possam proporcionar a identificação, avaliação e controle de ocorrência de acidentes.

Dentro deste contexto surge a possibilidade de propor um *Game Design Document* (GDD) a partir da escuta de alunos e professores de segurança do trabalho que contribuam para o desenvolvimento de um jogo digital que possibilite ressignificar os conceitos aprendidos em sala de aula, sem expor o estudante a situações de risco e de baixo custo. A intenção é que esse ambiente seja desenvolvido posteriormente com financiamento do SENAI Alagoas.

A utilização de simuladores e *serious games* está cada vez mais presente no processo de desenvolvimento de profissionais dos mais diversos segmentos, oferecendo maior tempo de formação e o acesso a informação, que quando significada pode consolidar novos conhecimentos. Como exemplos podemos citar o uso de simuladores de direção utilizados pelas autoescolas na formação de novos condutores ou ainda os simuladores de tiro utilizados no processo de treinamento de soldados das Forças Armadas (MICHAEL e CHEN, 2005).

No SENAI Bahia podemos citar as produções do Núcleo de Inovação e Tecnologias Educacionais - ITED, que fica situado em Lauro de Freitas, e vem ao longo dos últimos 15 anos desenvolvendo tecnologias voltadas para espaços de

aprendizagem vinculado à indústria. Em nível acadêmico destacamos as produções vinculadas ao programa de pós-graduação em modelagem computacional, a exemplo de Ferreira, Pereira-Guizzo, Travassos, Alves e Sampaio (2012) e mais recentemente de Cunha, Travassos, Guizzo, Pereira-Guizzo (2016), este último sob o título “The digital memory game: an assistive technology resource evaluated by children with cerebral palsy”.

Assim, sintonizado com as ações contemporâneas e as pesquisas desenvolvidas no SENAI Bahia aqui indicadas, esta investigação tem a seguinte questão de pesquisa: como propor um *Game Design Document* de um *serious game*, voltado para o ensino profissionalizante, contribuindo para a melhoria do processo de formação e gestão da segurança do trabalho na construção civil?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Propor o *Game Design Document* (GDD) de um jogo digital que possa beneficiar o processo de formação de profissionais de segurança do trabalho com foco específico para o ambiente da construção civil, facilitando o exercício da prática dos conhecimentos obtidos nos cursos ou nas atividades de segurança do trabalho.

1.3.2 Objetivos específicos

- identificar os jogos digitais existentes relacionados à saúde e segurança no trabalho na construção civil;
- analisar as Normas Regulamentadoras ligadas à saúde e segurança do trabalho no âmbito da construção civil, subsidiando os elementos que irão compor a modelagem do jogo;
- identificar os atributos necessários para o jogo atender as necessidades do processo de formação de profissionais de segurança do trabalho;
- definir as ferramentas computacionais e as metodologias para o desenvolvimento do jogo.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira: no primeiro capítulo, é apresentada a Introdução onde são exibidos o problema da pesquisa, sua

justificativa e os objetivos traçados para o projeto; no segundo capítulo (Referencial Teórico) são discutidos os referenciais teóricos utilizados para embasar a pesquisa, apresentando conceitos importantes para alcançar os objetivos delineados; no terceiro capítulo (Metodologia), são relatadas as metodologias empregadas no desenvolvimento do trabalho com as etapas, técnicas e instrumentos utilizados no percurso; o quarto capítulo (Resultados e Discussão) apresenta e analisa os resultados obtidos com as entrevistas e questionários utilizados na pesquisa; o quinto capítulo (O Serious Game “Safeskill”) é apresentado e discutido no GDD proposto para o jogo SafeSkill; e as conclusões e limitações encontradas no desenvolvimento desta pesquisa, são apresentadas no final do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção do trabalho são apresentados os principais temas que norteiam o desenvolvimento da pesquisa. Primeiro, são apresentados os princípios da Segurança do Trabalho, com o intuito de fundamentar a importância deste segmento de atuação, com direcionamento para a indústria da construção civil. Em seguida são discutidos os conceitos de *serious games* e sua relação com processos pedagógicos. Logo após são evidenciados os fundamentos do *Design* de Games, buscando dar luz ao processo de desenvolvimento de jogos digitais com foco na educação. Outro assunto abordado é o desenvolvimento ágil de softwares e suas implicações no processo de criação de jogos digitais. Por fim, discute-se a relação entre os *serious games* e segurança do trabalho na construção civil.

2.1 Segurança do Trabalho

Dentro do contexto da aprendizagem, existem diversas áreas de formação profissional que demandam a prática por parte dos estudantes, e algumas dessas áreas podem expô-los a situações de risco, tendo em vista o seu despreparo por estar ainda em processo de formação. Uma área que pode exemplificar esse fato é a de Segurança do Trabalho. Sendo assim, a aplicação dos jogos digitais que simulem situações de risco para os estudantes pode auxiliar os docentes a preparar melhor seus alunos antes de iniciarem as práticas nos cursos de formação profissional, proporcionando maior segurança para o processo de ensino-aprendizagem.

A seguir são apresentados os conceitos fundamentais para entendermos a importância da segurança do trabalho, sua aplicação na indústria da construção civil e as normas regulamentadoras que norteiam sua abrangência e campo de atuação.

Segundo Miguel (2005), a segurança do trabalho é a junção de ciência e tecnologias que visam proteger o trabalhador em seu ambiente de trabalho, identificando, avaliando e controlando situações de risco, com o intuito de prevenir acidentes e doenças ocupacionais.

Conforme afirma Peixoto (2013), a segurança do trabalho é definida por normas e leis. No Brasil, a legislação de segurança do trabalho baseia-se na Constituição Federal, na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), nas Normas Regulamentadoras e em outras leis

complementares como portarias, decretos e convenções internacionais da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e Organização Mundial da Saúde (OMS).

Entre os diversos setores produtivos, alguns demandam maior atenção no que diz respeito à prevenção de acidentes e ao bem-estar do trabalhador no ambiente de trabalho, entre eles podemos destacar o setor da construção civil, onde o trabalhador está diretamente exposto a situações que podem ocasionar acidentes de natureza leve, moderada e, em alguns casos, fatais.

Conforme afirma Zago et al. (2014), a construção civil é um setor de grande empregabilidade e de grande demanda no Brasil. É considerado um dos serviços laborais com maior potencial de risco a saúde dos trabalhadores do setor. Dentre as maiores causas de morte na construção civil, encontram-se as geradas por acidentes de trabalho.

De acordo com Júnior, López-Valcárcel e Dias (2005), o tema da segurança e saúde na construção civil é relevante não só por se tratar de uma atividade perigosa, mas também, e sobretudo, porque a prevenção de acidentes de trabalho nas obras exige enfoque específico, tanto pela natureza particular do trabalho de construção civil como pelo caráter temporário dos centros de trabalho. Sendo assim, é fundamental que os profissionais técnicos em segurança do trabalho possam ter uma formação de qualidade em ambientes que proporcionem simulação das mais diversas situações de risco, passíveis de ocorrer no local de trabalho.

2.1.1 Conceitos básicos de segurança do trabalho

Segundo Junior (2013), a segurança do trabalho está vinculada ao comportamento do trabalhador, ao conhecimento de suas restrições físicas e psicológicas, às perspectivas da empresa em que trabalha, aos tratamentos médicos para reparar as lesões e para restaurar as condições de trabalho do vitimado, aos reflexos econômicos e financeiros para o empregador e a nação, quer seja na área securitária, previdenciária, quer seja na jurídica.

De acordo com Peixoto (2011), o quadro de segurança do trabalho de uma organização, é composto por uma equipe multidisciplinar formada pelas seguintes especialidades: Técnico de Segurança do Trabalho, Engenheiro de Segurança do Trabalho, Médico do Trabalho, Enfermeiro de Segurança do Trabalho e Auxiliar em Enfermagem do Trabalho. Esses profissionais formam o que é chamado de SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho. Há

também a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, composta por representantes do empregador e dos empregados e tem a responsabilidade de auxiliar o SESMT nas atividades de prevenção.

Ladou (1986) já afirmava que para serem bem-sucedidas, as ações de saúde e de segurança no trabalho necessitam da colaboração e da participação de empregadores e dos trabalhadores nos programas de saúde e segurança, sendo necessário equacionar questões relacionadas com a medicina do trabalho, a higiene no trabalho, a toxicologia, a educação, a formação, a engenharia de segurança, a ergonomia, a psicologia, entre outras.

Dessa forma, pode-se dizer que a segurança do trabalho é composta de ações provenientes dos trabalhadores e seus empregadores e que sua efetividade está diretamente ligada à participação de ambos nos processos de gestão e combate a acidentes de trabalho, além da constituição de um ambiente salubre e seguro.

A seguir são apresentados alguns conceitos básicos e necessários para o entendimento de processos relacionados à segurança do trabalho:

2.1.1.1 Acidente de trabalho

O acidente de trabalho pode ser conceituado como um fato ou acontecimento, o qual esteja relacionado ao trabalho do acidentado e que determine a morte, perda ou redução da capacidade para o trabalho (TORTORELLO, 2014).

De acordo com Instituto Nacional do Seguro Social - INSS (2016), “o acidente do trabalho é aquele que ocorre pelo exercício do trabalho, resultando em dano para o trabalhador”. Para sua caracterização é necessário que se estabeleça a relação entre o dano e o agente que o gerou, estabelecendo-se, assim, uma conexão.

O Artigo 19 da Lei 8.213, de Benefícios da Previdência Social, de 24/07/1991, diz:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Segundo Teixeira (2013), do ponto de vista prevencionista, o acidente do trabalho é toda ocorrência não programada, não desejada, que interrompe o andamento

normal do trabalho, podendo resultar em danos físicos e/ou funcionais, ou a morte do trabalhador e/ou danos materiais e econômicos à empresa e ao meio ambiente.

De acordo com Peixoto (2011), são considerados acidentes do trabalho os acidentes ocorridos durante o expediente e no local de trabalho, decorrentes de agressão física, ato de sabotagem, brincadeiras, conflitos, ato de imprudência, negligência ou imperícia, desabamento, inundação e incêndio. Também são considerados acidentes de trabalho os que ocorrem: quando sob ordem do empregador, o empregado estiver realizando serviço; em viagem a serviço pela empresa; no percurso de casa para o trabalho e vice-versa; no período de descanso ou de realização de necessidades fisiológicas no local de trabalho; e por contaminação acidental do empregado no desempenho de suas atividades.

Porém, de acordo com Cairo Junior (2012), é um engano pensar o acidente de trabalho como um ato do acaso, pois se assim realmente fosse não haveria como adotar ações de prevenção. Segundo o autor, na realidade o acidente laboral é um acontecimento determinado, previsível e, na maioria das vezes, passível de prevenção, por possuir causas identificáveis dentro do meio ambiente do trabalho, possibilitando a sua neutralização ou eliminação. Tendo em vista que algumas empresas trabalham com a hipótese de “risco assumido”, ou seja, sabem previamente que o acidente pode ocorrer a qualquer momento.

Os acidentes de trabalho constituem o principal evento mórbido entre os trabalhadores brasileiros no exercício do seu ofício. A morte de indivíduos causada por acidentes de trabalho, em plena fase produtiva de suas vidas, traz corrosivas repercussões para a qualidade de vida de suas famílias e, por extensão, para a economia brasileira (WÜNSCH-FILHO, 1999). Cada acidente de trabalho deve, segundo a legislação brasileira, gerar uma Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), notificando as doenças profissionais, os acidentes ocorridos durante o horário de trabalho e os acidentes de trajeto ocorridos durante o percurso de casa para o trabalho ou vice-versa. A CAT deve ser emitida pela empresa, porém, também pode ser feita pelos sindicatos, serviços de saúde ou pelo próprio trabalhador. Dessa forma o trabalhador poderá ter direito ao seguro acidentário junto ao INSS, obtendo assim o reconhecimento oficial do acidente.

Os acidentes de trabalho podem ser distribuídos em cinco grupos: fatal, quando ocorre a morte do trabalhador decorrente de eventos relacionados ao trabalho; grave, acidentes que resultam em incapacitação do trabalhador para o desenvolvimento de atividades por período maior que 30 dias; moderado, agravos à saúde do trabalhador que não se enquadram nos grupos anteriores e que provocam sua incapacidade em executar seu trabalho habitual entre três e trinta dias; leve, todas as outras lesões ou doenças nas quais o acidentado fique incapaz de executar seu trabalho por menos de três dias; e prejuízo, dano a uma propriedade, instalação, máquina, equipamento, meio ambiente ou perdas na produção (INSS, 2016).

2.1.1.2 Ato inseguro e condição insegura

O ato inseguro pode ser entendido, segundo Teixeira (2013), como a ação ou omissão que contraria os preceitos de segurança, podendo provocar ou facilitar a ocorrência de acidente. Nesse ponto de vista, o trabalhador é o responsável por eventuais acidentes de trabalho. São exemplos de atos inseguros: ordens mal executadas; uso inadequado de máquinas e equipamentos; desempenhar suas atividades sob o efeito de drogas (álcool, por exemplo); execução de tarefas das quais o trabalhador não tem conhecimento; desobedecer as sinalizações e instruções de segurança; recusar-se a utilizar os Equipamentos de Proteção Individual - EPI; ser indiferente às normas de segurança no trabalho após ter participado de treinamentos; e retirada de proteções de máquinas e equipamentos.

Ainda segundo o mesmo autor, pode-se entender condição insegura como a situação do meio que causou o acidente ou contribuiu para o seu acontecimento. Este aspecto, o responsabilizado pela ocorrência de acidentes de trabalho é o empregador. Exemplos de condições inseguras: máquinas e equipamentos sem proteção e com manutenção deficiente; insuficiência de ventilação em espaços confinados; falta de exames médicos periódicos e obrigatórios; fadiga do trabalhador por excesso de horas extras; indisponibilidade de EPI na empresa; e falta de treinamento dos empregados na utilização do EPI.

Apesar das definições parecerem simples, existe uma grande dificuldade em se utilizar tal classificação, pois se por um lado a caracterização de uma causa de acidente como ato inseguro é interessante para as organizações, colocando o

homem como elemento causador dos acidentes, isentando-se de culpa, por outro lado a caracterização como condição insegura interessa aos trabalhadores, pois as empresas são as maiores responsáveis por estabelecer as condições de seus ambientes de trabalho (BENITE, 2004).

A interpretação da responsabilidade de um acidente de trabalho ocorrido é algo relativamente complexo, tendo em vista que a classificação da ocorrência como ato inseguro ou condição insegura podem se confundir. Por exemplo, em uma situação de pressão da empresa para cumprimento rigoroso de prazos por parte do trabalhador, o empregado pode utilizar-se de atalhos, deixando de usar uma proteção específica de uma máquina que opera, resultando em uma lesão. Se por um lado há um evidente ato inseguro por parte do trabalhador, por outro lado há o favorecimento da ocorrência de acidentes devido ao ambiente de pressão estabelecido pela empresa, podendo ser considerado uma condição insegura.

Dessa forma pode-se dizer que ato inseguro e condição insegura são igualmente importantes na constituição de acidentes de trabalho, devendo ambos serem monitorados e removidos do ambiente de trabalho nas organizações.

2.1.1.3 Perigo e risco

De acordo com a norma BSI-OHSAS-18001, uma série de normas britânicas, que orientam a implantação do Sistemas de Gestão da Segurança e da Saúde do Trabalho desenvolvidas pelo *British Standards Institution - BSI Group*, é possível definir “perigo” como sendo: “fonte, situação ou ato com um potencial para o dano em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde, ou uma combinação destes”. Analisando essa definição, podemos então entender que o perigo é decorrente da atuação conjunta de atos inseguros e condições inseguras.

Ainda segundo a norma BSI-OHSAS-18001, o “risco” pode ser definido como: “combinação da probabilidade da ocorrência de um acontecimento perigoso ou exposições e da severidade das lesões, ferimentos ou danos para a saúde, que pode ser causada pelo acontecimento ou pelas exposições”.

Havendo definido o que é perigo e o que é risco, é importante diferenciarmos um do outro, pois os termos costumam ser aplicados como tendo o mesmo sentido, ou seja, sinônimos, até mesmo em algumas leis e normas. Porém, para este trabalho é importante entendermos e diferenciarmos os conceitos.

Uma maneira de tentar diferenciar os dois conceitos é utilizando a exemplificação. Sendo assim, podemos entender, a título de exemplo, que uma inundação é um perigo, porém, construir uma casa no leito de um rio é se expor a um risco. Ainda exemplificando dentro do contexto da construção civil, um choque elétrico é um perigo, no entanto, o eletricista que não utiliza luvas adequadas e equipamentos de proteção individual se expõe a um risco.

2.1.2 Segurança do trabalho na construção civil

Entre os diversos setores produtivos, alguns demandam maior atenção no que diz respeito à prevenção de acidentes e ao bem-estar do trabalhador no ambiente de trabalho. A construção civil é um setor de grande empregabilidade e de grande demanda no Brasil, segundo Barros (2014), são mais de 8,2 milhões de postos de trabalho, dos quais 3,2 milhões possuem carteira assinada, o que equivale a 8,7% dos postos de trabalho no Brasil. O trabalho neste setor produtivo é considerado um dos serviços laborais com maior potencial de risco a saúde dos trabalhadores (LIMA JÚNIOR, LÓPEZ-VALCÁRCEL e DIAS, 2005). Dentre as maiores causas de morte na construção civil, encontram-se os acidentes de trabalho.

De acordo com dados do Ministério da Previdência Social (MPS), a indústria da construção civil registrou um crescimento no período de 2010 - 2012, aproximadamente, 10% de acidentes relacionados com atividades típicas de um canteiro de obras, chegando ao número de 701.496 acidentes, dos quais 2.712 resultaram em morte (CERATTO et al., 2014).

A indústria da construção civil tem sido alvo de diversos estudos que visam minimizar as ocorrências de acidentes de trabalho, por meio de desenvolvimento de softwares de gestão e planejamento (CERATTO et al., 2014), além de ações fiscais para proteção da saúde do trabalhador, instituição do Pacto Nacional pela Redução dos Acidentes e Doenças do Trabalho no Brasil, Campanha Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho, Capacitação e educação continuada em Segurança e Saúde no Trabalho (BRASIL, 2015).

Em um âmbito geral as Normas Regulamentadoras - NR utilizadas atualmente, auxiliam empregados e empregadores de forma legal, norteando o que é considerado certo (norma) ou errado (proibições), levando em consideração as condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

Existem diversas regulamentações que visam assegurar a saúde e segurança no ambiente de trabalho. Dentre as principais que interferem diretamente no segmento industrial da construção civil, podemos destacar:

- **NR 1** - determina as disposições gerais sobre a aplicação das normas regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho, evidenciando a obrigatoriedade de serem cumpridas por empresas privadas e públicas, desde que possuam empregados regidos de acordo com a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT. Determina também os órgãos e suas competências no processo de coordenação, controle, orientação e supervisão das atividades ligadas à Segurança do Trabalho (BRASIL, 2009).
- **NR 4** - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT, objetiva a proteção da saúde e integridade do trabalhador em seu local de trabalho. Para atingir seu objetivo, a SESMT deve ser composta pelos seguintes profissionais: médico do trabalho, engenheiro de segurança do trabalho, enfermeiro, técnico de segurança no trabalho, auxiliar de enfermagem. Aplica-se a empresas públicas e privadas, órgãos públicos da administração direta e indireta, que possuam empregados regidos pela CLT (BRASIL, 2016a).
- **NR 5** - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a prevenção da vida e a promoção da saúde do trabalhador (BRASIL, 2011a). A CIPA deve ser composta por representantes da empresa e dos empregados, sendo estes eleitos por votação realizada pelos trabalhadores da empresa.
- **NR 6** - trata a respeito dos Equipamento de Proteção Individual - EPI, que é todo dispositivo ou produto, de uso individual, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaça a segurança e saúde do trabalhador (TEIXEIRA, 2013). São exemplos de EPI: capacete, óculos de segurança, protetor facial, máscara de soldar, luvas, protetor auricular, calçados de segurança contra impactos, cinturão de segurança. Sendo obrigatório o empregador fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado aos riscos inerentes às atividades que desempenham, em perfeito estado de conservação e funcionamento (BRASIL, 2015).

- **NR 7** - esta Norma Regulamentadora estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores. Esta NR estabelece os parâmetros mínimos e diretrizes gerais a serem observados na execução do PCMSO, podendo os mesmos ser ampliados mediante negociação coletiva de trabalho (BRASIL, 2013).
- **NR 8** - estabelece requisitos técnicos mínimos que devem ser observados nas edificações, para garantir segurança e conforto aos que nelas trabalhem (BRASIL, 2011b).
- **NR 9** - estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais (BRASIL, 2016b).
- **NR 10** - estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. Aplica-se às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis (BRASIL, 2016c).

Há ainda outras NRs que normatizam atividades com características comumente encontradas na construção civil, como a NR 12, que trata sobre Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, a NR 15 tratando sobre Atividades e Operações Insalubres, e a NR 16, sobre Atividades e Operações Perigosas.

Também podemos citar as normas que regulamentam as condições do ambiente estrutural de trabalho, como a NR 24, que normatiza as Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho, e a NR 26, que objetiva estabelecer as diretrizes sobre Sinalização de Segurança.

Todas as normas regulamentadoras citadas acima interferem de forma direta ou indireta nos processos da indústria da construção civil, necessitando que os profissionais que atuam neste segmento tenham um conhecimento amplo. Porém existe uma norma que visa regulamentar de forma específicas as ações desenvolvidas na indústria da construção, que é a NR 18.

2.1.2.1 Norma Regulamentadora nº 18 (NR-18)

A NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção é a norma que estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção (BRASIL, 2015).

Dentre as diretrizes tratadas nos aspectos contemplados na NR 18 no que diz respeito ao ambiente da construção civil, podemos destacar: o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - PCMAT, é um conjunto de documentos, cuja a responsabilidade de elaboração é do empregador, composto por memorial sobre condições de meio ambiente de trabalho nas atividades e operações, projeto de execução das proteções coletivas, especificações técnicas das proteções coletivas e individuais, cronograma de implantação das medidas preventivas, layout inicial e atualizado do canteiro de obras e programa educativo contemplando a temática de prevenção de acidentes e doenças do trabalho com sua devida carga horária.

Outro aspecto contemplado na norma são as Áreas de Vivência do canteiro de obras, que deve dispor de: instalações sanitárias, vestiário, alojamento, local de refeições, cozinha quando houver preparo de refeições, lavanderia, área de lazer, ambulatório, quando possuírem 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores. A norma também detalha as especificações em que cada um dos itens citados, anteriormente, deve estar e a suas condições de obrigatoriedade.

Além do ambiente da obra, a NR 18 detalha aspectos de segurança nas diversas etapas e elementos da construção, como: demolição; escavações, fundação e desmonte de rochas; carpintaria; armações de aço; estruturas de concreto; estruturas metálicas; operações de soldagem e corte a quente; escadas, rampas e passarelas; medidas de proteção contra quedas de altura; movimentação e transporte de materiais e pessoas; andaimes e plataformas de trabalho; cabos de aço e cabos de fibra sintética; alvenaria, revestimentos e acabamentos; telhados e coberturas; serviços em flutuantes; locais confinados; instalações elétricas; máquinas, equipamentos e ferramentas diversas; equipamentos de proteção individual; entre outros.

A NR 18 também faz referência a outras NRs com informações direcionadas para o segmento da construção civil, como a NR 5, na criação de Comissão Interna de Prevenção de Acidentes; a NR 9, com o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais; a NR 17, tratando de aspectos de ergonomia em postos de trabalho de máquinas contidos no canteiro de obras; a NR 6, que normatiza os Equipamentos de Proteção Individual; e a NR 12, que fala sobre a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

2.1.2.2 Riscos de acidente na construção civil

Os riscos de acidentes na construção civil podem ter diversas origens. Dentre as principais podemos destacar as relacionadas aos atos inseguros, às condições inseguras (conforme foi explicado anteriormente) e à fatores ambientes.

São considerados riscos ambientais, pela NR 9, os agentes químicos, físicos e biológicos encontrados do local de trabalho, que possam promover danos à saúde do trabalhador. Sendo assim, são entendidos como agentes químicos os produtos, compostos ou substâncias capazes de penetrar no organismo por meio das vias respiratórias em forma de gás, neblina, névoa, poeira, fumo ou vapor, ou produtos que através de exposição tenham contato com a pele ou sejam ingeridos; já os agentes físicos são as diversas formas de energia das quais o trabalhador pode estar exposto, como temperaturas, vibrações, ruídos, entre outras; os agentes biológicos podem ser exemplificados como vírus, fungos, bactérias, bacilos, parasitas e etc. (BRASIL, 2016b).

Outros tipos de riscos são os ergonômicos, que podem ser entendidos como os que interferem nas características físicas e mentais do trabalhador, e causam

desconforto ou afetam a saúde, tendo como exemplos: postura incorreta no desenvolvimento do trabalho, monotonia, sobre carga de trabalho, levantamento de peso, repetitividade, entre outros (INSS, 2016).

O segmento industrial da construção civil é um dos que possui um número elevado de acidentes de trabalho. Dentre as principais causas podemos destacar: baixo grau de qualificação de grande parte dos trabalhadores; falta de procedimentos e treinamento; exposição aos produtos e materiais utilizados na construção; realização do trabalho sob condições climáticas desfavoráveis, como chuva, ventos etc. (BRASIL, 2015).

Também é possível observar que grande parte dos acidentes não são incapacitantes, concentrando-se, majoritariamente, nos membros superiores e inferiores, dentre os quais podemos agrupar entre os seguintes tipos: quedas do mesmo nível e de níveis superiores; presença de corpos estranhos nos olhos; picada de animais peçonhentos; prensagem dos membros, com destaque para as mãos; choque de materiais em partes do corpo; lesões por utilização de ferramentas portáteis, entre outros.

De acordo com o que vimos acima, podemos entender a importância de uma atuação efetiva dos profissionais de segurança do trabalho no ambiente da construção civil, tendo em vista que este é um ambiente laboral onde o trabalhador está exposto às mais variadas situações de risco à sua saúde. Sendo assim, o controle, a prevenção de acidentes e a conscientização dos trabalhadores no cumprimento das normas e procedimentos de segurança têm um papel fundamental para a diminuição dos índices alarmantes de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho encontrados na indústria da construção civil.

2.2 Serious Games

Antes de aprofundarmos o nosso conhecimento em *serious games*, é importante entendermos o conceito de jogos digitais e simuladores, tendo em vista que este trabalho tem como foco o desenvolvimento do GDD de um jogo digital.

2.2.1 Conceitos de jogos digitais e simuladores

Segundo Lemes (2009), os jogos digitais, também conhecidos como games, são parte da cultura de massa há pelo menos 30 anos, desde a popularização dos

consoles de videogames, como o *Atari Video Computer Systems* (Atari VCS) e a sua consequente presença no cotidiano das pessoas por todo o mundo.

Schuytema, define o jogo digital da seguinte maneira:

Um game é uma atividade lúdica composta por uma série de ações e decisões, limitada por regras e pelo universo do game, que resultam em uma condição final. As regras do universo do game são apresentadas por meios eletrônicos controlados por um programa digital. As regras e o universo do game existem para proporcionar uma estrutura e um contexto para as ações de um jogador. As regras também existem para criar situações interessantes com o objetivo de desafiar e se contrapor ao jogador. As ações do jogador, suas decisões, escolhas e oportunidades, na verdade, sua jornada, tudo isso compõe a “alma do game”. A riqueza do contexto, o desafio, a emoção e a diversão da jornada de um jogador, e não simplesmente a obtenção da condição final, é que determinam o sucesso do game (SCHUYTEMA, 2008, p. 7).

O jogo digital, sob o ponto de vista mais pragmático de Battaiola (2000), é constituído de três partes primordiais: enredo, que define os objetivos; o contexto; a trama e a ordem na qual os fatos ocorrem no jogo; o motor, que são as estruturas que controlam os resultados das ações e decisões tomadas pelo jogador, interferindo no ambiente do jogo; e, por fim, a interface interativa, que permite a intercâmbio de informações entre o jogador e o motor do jogo, possibilitando a entrada e saída de informações.

Sob a ótica de Silva (2009), os jogos digitais são *softwares* executados em plataformas microprocessadas que têm como objetivo principal o entretenimento de seus utilizadores. A princípio, estes *softwares* têm como característica serem um sistema fechado, ou seja, seus usuários ou jogadores não interferem em seu desenvolvimento. Além disso, a interação entre o jogador e o programa tem como particularidade a dependência da plataforma onde o *software* é executado, limitando a interatividade às regras predefinidas do jogo e às configurações da plataforma. Assim, podemos resumir as atividades desempenhadas pelo jogador, como um conjunto de tomada de decisões a partir das respostas geradas pelo jogo por meio das ações realizadas pelo usuário, até que sejam alcançados os objetivos ou o programa seja encerrado.

Por outro lado, existem alguns tipos de jogos digitais que permitem que o utilizador possa interferir em sua estrutura criando ou modificando modelos, cenários, personagens e sons, personalização essa conhecida como *mods*. Esse é um tipo de abordagem que possibilita a interferência direta do jogador no ambiente e regras do jogo (KARLSSON, 2003).

Dessa forma, é possível dizer que os jogos digitais são softwares desenvolvidos em sua maior parte, com o intuito do entretenimento. Porém, uma modalidade de games vêm se destacando no mercado com o objetivo de serem utilizados em situações que estimulem a aprendizagem de pessoas em processo de formação: os *serious games*.

Ao que se refere aos simuladores, Susi, Jahaneeson e Baclund (2007), definem como sendo representações de uma situação do mundo real emulada em um programa de computador, possibilitando que os usuários experimentem ações e ideias que teriam dificuldade de realizar no mundo real, estimulando, assim, o surgimento da criatividade na solução dos problemas apresentados.

As simulações com finalidades educacionais podem ser entendidas também como ambientes estruturados com uma variedade de estratégias, regras e desafios desenvolvidos com o objetivo de trabalhar competências que podem ser transpostas para situações encontradas no mundo real, sejam ligadas às atividades laborais, como para ações do cotidiano (ULICSAK; WRIGHT, 2010).

Porém, é comum haver confusão entre o que são simuladores e *serious games*, principalmente quando ambos contemplam elementos ligados à competição, recompensa, ludicidade e divertimento, podendo em alguns casos serem tratados como sinônimos (FREITAS; SAVILL-SMITH; ATTEWELL, 2006).

Neste trabalho o conceito de simulador é conotado no sentido de *softwares* de computador com finalidades educacionais que visam emular situações do mundo real, não havendo a intenção de abranger outros significados atribuídos ao termo, a exemplo de simulações computacionais, matemáticas, físicas, entre diversos outros conceitos atribuídos as simulações.

2.2.2 Conceitos e princípios dos *serious games*

O termo *serious games* foi introduzido por Clark Abt em seu livro intitulado "*Serious Games*" de 1987. Apesar de suas referências serem, principalmente, para o uso de jogos de tabuleiro e cartas, o autor deu uma definição geral útil, que é ainda aplicável no mundo dos jogos contemporâneos (RICHVOLDSEN 2009, FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014a). Para Abt (1987), os *serious games* promovem a compreensão de conceitos, devido à dramatização de problemas, gerando a motivação dos jogadores, além de colaborarem para a criação de estratégias, a tomada de decisão, a execução de papéis, além outras vantagens, em um lugar em que o retorno do aprendizado é obtido de forma rápida.

Os jogos digitais, quando voltados para educação, segundo Savi e Ulbricht (2008), podem ser denominados de diversas formas, entre elas podemos destacar: jogos educacionais ou educativos, jogos de aprendizagem ou jogos sérios (*serious games*). Além disso alguns tipos de simuladores também podem ser denominados de jogos educacionais, tais como: simuladores de direção, simuladores de voo, entre outros. Neste trabalho eles serão identificados, principalmente, por *serious game*.

De acordo com Donovan (2012), a distinção entre o que é simulação e o que é *serious games* é tênue, podendo até se confundir. Como exemplo, os *serious games* têm objetivos específicos dentro de um ambiente virtual, com o intuito de avançar em fases, obter recompensas, seguindo um enredo estabelecido, enquanto um simulador permite a exploração deste ambiente, buscando fornecer o seu entendimento, desenvolver habilidades etc., havendo, neste caso, uma diferenciação apenas na forma como o jogador interage com o game. Ou seja, na mecânica do jogo.

Mesmo não havendo uma definição exata, de acordo com Machado (2013), o termo *serious games* é aplicado para uma classe de jogos digitais que visam simular situações práticas, com o objetivo de promover o treinamento de profissionais, a tomada de decisão em situações críticas e a educação em temas específicos. Estes jogos utilizam as estratégias da indústria de games, tornando as simulações mais atraentes, oferecendo atividades que favorecem a construção de conceitos e a estimulação de funções psicomotoras.

Dessa forma, o termo *serious games* pode designar jogos com propósitos particulares, indo além do mero entretenimento, que buscam oferecer experiências

voltadas a fomentar o processo de aprendizagem, seja na formação profissional, ensino regular ou na preparação para realizar atividades do cotidiano, como no caso dos simuladores de direção utilizados nas autoescolas.

Para Gros (2003), os jogos digitais podem trazer diversos benefícios no processo de ensino-aprendizagem. A seguir são apresentados alguns deles: maior velocidade de aprendizado, pois a geração digital, como Gros chama, tende a aprender de forma mais rápida que as anteriores; processamento paralelo, onde diversas informações podem ser processadas ao mesmo tempo; acesso não linear a informação, quando diversos estímulos podem proporcionar a ligação de assuntos diferentes dentro do ambiente do jogo; processo ativo de aprendizagem, onde o aluno passa de mero espectador para alguém que interage com os objetos de estudo; recompensa imediata, quando na interação com o jogo, o estudante pode ter seu esforço recompensado de forma imediata e atrativa.

O mercado também tem assinalado um forte crescimento da indústria de games, o que torna sua produção uma atividade próspera (MACHADO, 2013). Além disso, a necessidade de conteúdos educacionais para mídias como computador, iPad, smartphones e TV digital apresentam um amplo espaço para o desenvolvimento e pesquisa, exigindo a integração de profissionais com habilidades distintas para a criação de tais meios didáticos.

Klopfer et al. (2009), defendem que podemos considerar como *serious games* quaisquer jogos digitais aplicados com uma intenção de aprendizagem, independente de terem sido concebidos com este propósito. Além disso, são jogos que apresentam uma proposta interativa, descontraída e que possuem metas desafiadoras (BERGERON, 2006).

Logo podemos entender que *serious games* são jogos que possuem uma proposta séria, como a aprendizagem de determinado conteúdo ou conhecimento, a prática de uma atividade profissional, o exercício de habilidades físicas e motoras. Porém, não quer dizer que não possam ser divertidos, interativos e interessantes do ponto de vista do jogador.

Devido ao crescimento das pesquisas e do desenvolvimento de jogos educacionais, deu-se origem a uma indústria de jogos exclusivos para a educação, fortalecendo o conceito de *serious games* criado por Abt (1987). Assim são jogos digitais projetados e desenvolvidos com finalidades educacionais, inserindo o jogador no ambiente do

jogo e tornando o ensino mais agradável, também são denominados de *serious games* (VANNI, 2014).

De acordo com Fleury, Sakuda e Cordeiro (2014), até o ano de 2013 mais de 47% dos jogos produzidos no Brasil tinham finalidades sérias, ou seja, são *serious games*, dos quais 91,6% são direcionados para a educação, conforme Tabela 1. O que demonstra a importância deste tipo de jogo para a Indústria Brasileira de Jogos Digitais - IBDJ.

Tipo de Jogo	Nº	Total
Entretenimento	698	49,3%
Advergames	189	13,3%
Jogos de Entretenimento de Terceiros (Serviços para clientes internacionais)	188	13,3%
Jogos de Entretenimento de Terceiros (Serviços para clientes nacionais)	84	5,9%
Jogos de Entretenimento Próprios	237	16,7%
Serious Games	678	47,8%
<i>Jogos de Treinamento e Corporativos</i>	52	3,7%
<i>JDE</i>	621	43,8%
<i>Jogos para Saúde</i>	5	0,4%
<i>Simuladores com uso de hardware específico</i>	23	1,6%
<i>Outros tipos de Jogos Digitais</i>	18	1,3%
Total Geral	1.417	100,0%

Tabela 1: Jogos digitais desenvolvidos no ano de 2013.
Fonte: I Censo da IBDJ, (FLEURY, SAKUDA e CORDEIRO, 2014).

Além disso, Alves (2013) demonstra em suas pesquisas que diversos estudos em nível de mestrado e doutorado foram desenvolvidos ao longo dos anos (1994 - 2010), tendo como objetivo de estudo jogos digitais na educação.

2.2.3 Taxonomia dos *serious games*

Os *serious games* podem ser classificados, segundo Michael e Chen (2005), em seis categorias diferentes quanto a sua área de atuação. São elas:

Games militares - talvez os precursores da utilização de games no processo de treinamento. Aplicados na capacitação de novos recrutas e oficiais pelas forças

armadas, com o intuito de prepará-los para a atuação em treinamentos reais posteriores. Exemplos: *America's Army*, *Full Spectrum Warrior* etc.

Games governamentais - além dos jogos utilizados pelos militares, existem outros tipos de games também usados pelos governos. Tais jogos são aplicados desde treinamento de ética, para funcionários do governo, como na capacitação dos governantes para tomada de decisão e aplicação correta das verbas públicas. Exemplos: *FloodSim*, *Budget Hero*, entre outros.

Games educacionais - são os jogos voltados para cenários escolares, com o intuito de ampliar o processo de ensino-aprendizagem, tornando os conteúdos vistos em aula mais atraentes, flexíveis e não-lineares, despertando maior interesse nos discentes. Exemplos: *Making History*, *Quest Atlantis*, *Búzios: Ecos da Liberdade*, *Food Safety Game* etc.

Games corporativos - aplicados dentro das organizações, os games corporativos são uma vertente dos *serious games* utilizados para a capacitação de funcionários, principalmente em empresas que estão geograficamente distribuídas, possibilitando a disseminação de informações e conhecimentos para uma grande quantidade de pessoas de forma homogênea e igualitária, além de despertar maior engajamento e compreensão dos conteúdos. Exemplos: *SimVenture*, *The Small Business Game* etc.

Games de saúde - outro segmento que utiliza de forma significativa os *serious games* é o da saúde. Estes jogos tanto podem ser utilizados para o treinamento de médicos e estudantes de medicina, possibilitando diversas atividades, como a simulação de processos cirúrgicos, para estimulação, reabilitação, aprendizado de pessoas com transtornos como TDH - Transtorno de Déficit de Atenção. Exemplos: *Triage Trainer*, *Pulse!!* etc.

Games de política, religião e artes - esta modalidade de *serious games* é aplicada no processo de formação política, religiosa e cultural. São games com o intuito de despertar habilidades psicossociais nos indivíduos de forma lúdica. Exemplos: *Versailles 1685*, *Rome: Caesar's Will*, entre outros.

As classificações acima assumem uma perspectiva quanto a área de atuação dos *serious games*, onde é possível observar sua utilização em diversos setores sociais, evidenciando que os jogos digitais, com propósito sério, possuem aceitação e são aplicados em diversos segmentos.

Outra perspectiva é a de Djaouti, Alvarez e Jessel (2011), que propõem um modelo de classificação dos *serious games* de acordo com três aspectos: *gameplay*, propósito e escopo, ao qual dão o nome de Modelo G/P/S.

Neste modelo, a letra G representa o aspecto *Gameplay*, que para os autores pode ser subdividido em dois tipos: “*play-based*”, onde o jogo não possui objetivos definidos e não se pode definir se o jogador ganhou ou perdeu; “*game-based*”, onde há regras definidas e indicações de que o jogador está avançando ou perdendo no jogo.

A letra P designa *Purpose* (propósito em inglês), onde os *serious games* podem ser subdivididos em jogo de Difusão de mensagem, que são os jogos projetados para transmitir uma mensagem, podendo ser de vários tipos: educativos (*Edugames*), informativas (*NewsGames*), persuasivo (*Advergames*) e/ou subjetivos (jogos militares, jogos de artes). Outra subdivisão do propósito do jogo são os de Formação, onde o jogo é projetado para melhorar habilidades cognitivas e motoras. *Exergames* (relacionados com a formação cerebral ou fitness) são exemplos típicos desta finalidade. Por fim, os jogos de Troca de dados, que são aqueles projetados como suporte para a troca de dados. Estes jogos coletam informações de seus jogadores ou os encorajam a trocar dados.

Em relação a letra S de Scope (escopo em inglês), os jogos podem ser subdivididos de acordo com o mercado e o público-alvo. Quanto ao mercado, a classificação de Djaouti, Alvarez e Jessel (2011) se assemelha com a de Michael e Chen (2005), dividindo os *serious games* em: Estado e Governo, Militar e Defesa, Saúde, Educação, Corporativo, Religioso, Cultura e Arte, Ecologia, Política, Humanitário, Publicidade, Pesquisa Científica. E em relação ao público-alvo, os jogos podem ser direcionados ao público em geral, profissionais e/ou estudantes.

O Modelo G/P/S proposto por Djaouti, Alvarez e Jessel (2011) é um avanço da classificação sugerida Michael e Chen (2005), analisando, além da área de atuação dos jogos digitais, outros aspectos, como: o tipo de *gameplay* ou mecânica do jogo e o propósito que será empregado.

2.2.4 Princípios da criação de *serious games*

Segundo Derryberry (2008), o que diferencia os *serious games* dos outros tipos de jogos é o foco nos resultados de aprendizagem específicos e intencionais para

alcançar mudanças significativas, contínuas e mensuráveis no desempenho e comportamento do jogador.

Dessa forma Klopfer, Osterweil e Salen (2009) defendem alguns dos principais aspectos a serem levados em consideração para a criação de um *serious game*:

1. **Escolher sabiamente** - os jogos digitais nem sempre são a opção mais adequada para determinadas situações e podem funcionar bem em alguns contextos, porém, em outros podem não ser a ferramenta apropriada. É necessário obter o equilíbrio entre os conteúdos pedagógicos e os mecanismos do jogo e nem sempre isso é possível de ser alcançado.
2. **Pense pequeno (às vezes)** - a visão típica de quem pretende desenvolver um *serious game*, normalmente, é direcionada para jogos complexos em 3D com multijogadores. Às vezes, a escolha certa é fazer um jogo pequeno e casual, porque esse estilo de jogo poderá atender aos objetivos de aprendizagem das atividades propostas.
3. **Jogos Educacionais AAA são diferentes de Jogos de Entretenimento AAA** - jogos comerciais podem custar dezenas de milhões de dólares em seu desenvolvimento; custo difícil de ser suportado no mercado de jogos educacionais. É difícil imaginar que o mercado de jogos educacionais seja capaz de suportar este custo. Porém, o mais importante a ressaltar é que os jogos educacionais possuem como finalidades principais educar e entreter, e por essa razão tornam-se atraentes para os alunos, professores, pais e pessoas envolvidas no processo.
4. **Colocar aprendizagem e jogabilidade primeiro** - muitos *designers* instrucionais priorizam os conteúdos e conhecimentos a serem trabalhados em um jogo em detrimento da jogabilidade. Mas o indicado é que os dois aspectos, conteúdo e jogabilidade, sejam construídos de forma conjunta, com o intuito de que o jogo, tanto atenda os princípios pedagógicos, quanto seja atrativo para o jogador.
5. **Encontrar o jogo no conteúdo** - um jogo educativo deve colocar os jogadores em contato com o que é fundamental desenvolver sobre o assunto, deve ajudá-los a construir os conceitos fundamentais e deve motivá-los a ir mais fundo. É possível encontrar o jogo presente em cada conhecimento a ser estudado.
6. **Quebrar o modelo de onde os jogos educacionais são jogados. Pense em jogá-los fora da sala de aula e discutir na escola** - o fundamental é um jogo

bem projetado, onde o jogador deve aprender a jogar por conta própria. A sala de aula torna-se um lugar para discutir que estratégias os alunos devem utilizar no jogo, uma oportunidade para refletir sobre o aprendizado e retificar a aprendizagem, relacionando-a com o currículo.

7. **Aproveitar o grande aprendizado de habilidades dos jogos e conectá-lo com conteúdo** - resolução de problemas, pensamento analítico, sistemas de pensamento, credibilidade e julgamento da informação, conhecimento tecnológico, ética de jogo justo, a colaboração em equipes multifuncionais e acesso a redes de conhecimento são algumas das habilidades exibidas pelos jogadores, mas muitas vezes subestimada em jogos educativos. É importante ressaltar que há um conjunto fundamental de princípios de *design* que colabora para incentivar o uso das habilidades citadas.
8. **Não ignorar a preparação e formação dos professores** - em vez de exigir que os professores mudem instantaneamente sua abordagem de ensino, com o uso de jogos digitais, a estratégia é introduzir alterações de forma incremental, e integrá-lo em sala de aula. Assim a transformação não irá acontecer apenas em uma escola, mas sim em todo o sistema educacional.
9. **Jogar em toda parte e em qualquer lugar** - os jogos para dispositivos móveis estão cada vez mais evoluídos. Os *serious games* podem imitar esse estilo de jogo, e podem ser projetados para tirar proveito dos espaços de traslado na vida dos alunos. Os professores não precisam mais usar o tempo de aula para jogar, mas em vez disso podem usar o tempo de aula para falar sobre os dados provenientes dos jogos fora da classe.
10. **Reduzir, Reutilizar e Reciclar** - embora possa ser benéfico ter ativos únicos para cada projeto, fornecendo-lhes uma identidade única, compartilhar abertamente e recombina-los pode reduzir os custos de produção. Dessa forma, deve-se dar ênfase a outros aspectos originais do jogo, criando sua identidade. Uma comunidade aberta que compartilha desses ativos poderia ajudar todos os envolvidos.
11. **Definir as metas de aprendizagem** - é importante definir as metas de aprendizagem do jogo para poder avaliá-las posteriormente. Caso contrário não será possível afirmar a eficácia da aprendizagem esperada do jogo.

12. **Estabelecer parcerias entre universidades, empresas comerciais, organizações sem fins lucrativos, fundações e governo** - as condições de mercado para o desenvolvimento de *serious games* não é das melhores. Logo, cabe aos inovadores pensar em estratégias para desenvolver produtos que possam ser aceitos pelo mercado no curto prazo. Neste caso, deve-se buscar parcerias com profissionais e/ou editores para expor o projeto.
13. **Não se restringir demasiadamente a padrões acadêmicos** - para aproveitar o valor dos jogos e para melhor preparar os alunos na sua formação de cidadãos, projetos de jogos não devem ser inteiramente subordinados a normas existentes. Eles devem ultrapassar os limites da aprendizagem e se direcionar a necessidade de redefinir os padrões existentes, para incluir novas e valiosas habilidades e conhecimentos.
14. **Não apenas quem, mas o quê, onde, quando e por quê** - os jogos educacionais (e jogos em geral), formam redes sociais de pessoas que os jogam, como os alunos, professores, pais e todos em volta. Jogos podem e devem ser projetados tanto para conectar-se ao contexto em que são produzidos, quanto serem flexíveis para que possam ser adaptados e personalizados para novos contextos.

Os aspectos elencados acima apresentam uma abordagem que sugere as perspectivas que devem ser assumidas no processo de criação de um *serious game*, levando em consideração processos pedagógicos, *game design*, elaboração de conteúdo, conhecimentos prévios dos professores e mercado. Tais aspectos dão relevância a questões importantes para a criação de um jogo sério, como: a avaliação da aprendizagem, conexão da jogabilidade e conhecimentos, além de deixar claro que o *serious game* pode não ser a melhor opção para o ensino de determinados conhecimentos.

Também abordam questões mercadológicas, indicando maneiras de minimizar as dificuldades econômicas encontradas no processo de desenvolvimentos de jogos com propósitos educacionais, tendo em vista a dificuldade de financiamentos e constituição de estruturas tecnológicas, apontando a busca de parcerias e a reutilização de recursos como possível solução.

Outro ponto de vista sobre os princípios que devem ser levados em conta na concepção de jogos digitais foi elaborado por Gee (2005, 2008), que defende os seguintes aspectos:

1. **Identidade** - capturar o jogador por meio da identidade. Onde o jogador tende a herdar as características de personagens fortes e atrativos, fazendo assim com que ele passe a aprender, agir e viver através do seu compromisso com a nova identidade que assume.
2. **Interação** - o conteúdo a ser aprendido no jogo deve ser apresentado de forma interativa de acordo com as ações e decisões tomadas pelo jogador, tornando a experiência atrativa e coerente com o objetivo no jogo.
3. **Produção** - os jogadores ajudam a “escrever” os mundos em que vivem e na escola devem ajudar a “escrever” o domínio e o currículo que eles estudam. É importante que o jogador participe ativamente da construção do jogo enquanto joga, dando-lhe a sensação de pertencimento.
4. **Customização** - os jogos muitas vezes têm diferentes níveis de dificuldade, e devem permitir que os jogadores possam resolver problemas de maneiras diferentes. Os *serious games*, em particular, devem atender a diferentes públicos e estilos de jogadores, o que exige maior capacidade de personalização de conteúdos, jogabilidade, grau de dificuldade, entre outros aspectos.
5. **Consolidação** - os jogos educacionais devem possibilitar a consolidação de novos conhecimentos e habilidade adquiridas para que sejam reinseridos, posteriormente, em novos contextos e em níveis mais complexos.
6. **Informação sob demanda** - os conteúdos e conhecimentos devem ser apresentados durante o jogo em pequenas doses, quando são realmente relevantes e fazem sentido dentro do contexto do jogo e do objetivo da aprendizagem.
7. **Sentidos contextualizados** - novos conhecimentos devem ser apresentados dentro de um contexto para serem melhor assimilados, pois conceitos são melhor aprendidos se aplicados em uma ação ou diálogo do que apenas com definições textuais.
8. **Agradavelmente frustrante** - um certo nível de dificuldade pode ser altamente motivador para os alunos, fazendo com que eles despertem o interesse pelo jogo e tentem ultrapassar as barreiras encontradas.

9. **Pensamento sistêmico** - criar jogos que façam com que o jogador precise pensar em ações pontuais que acarretam em consequências futuras, fazendo que tenha uma visão sistêmica do jogo. Em nossa sociedade global e complexa, tal forma de pensar é crucial para todos.
10. **Conhecimento distribuído** - com os jogos *multiplay* é possível que os jogadores trabalhem em equipe, de forma que cada um atue com sua singularidade, fazendo com que o grupo se fortaleça e tenha um desempenho acima da média. O conhecimento distribuído e o trabalho em equipe estão cada vez mais presentes nos ambientes de trabalho modernos, embora nem sempre nas escolas modernas.
11. **Desempenho antes da competência** - os jogos usam o princípio de aprendizagem com o intuito de obter proficiência em determinada atividade, opondo-se à prática desenvolvida nas escolas, que muitas vezes exigem que os alunos adquiram competências através da leitura de textos antes que eles possam executar o domínio que eles estão aprendendo.

Os aspectos sugeridos por Gee (2005, 2008) demonstram a necessidade de que o desenvolvimento de jogos educacionais se preocupe em envolver o jogador em um ambiente que propicie o aprendizado, fornecendo os conteúdos a serem aprendidos no momento adequado, favorecendo a personalização da jogabilidade e, conseqüentemente, da aprendizagem, possibilitando que o jogador tenha uma visão ampla dos conhecimentos abordados no jogo.

Sendo assim, podemos dizer que os princípios elaborados por Klopfer, Osterweil e Salen (2009) e os de Gee (2005) são complementares, e em alguns casos semelhantes, tendo em vista que ambos destacam a importância dos conteúdos serem apresentados por demanda sem deixar a jogabilidade de lado.

Ambos os autores contribuem significativamente para o processo de *design* de *serious games*, fornecendo princípios que se complementam e devem ser considerados no desenvolvimento de jogos digitais com propósitos educacionais. Neste trabalho, serão considerados aspectos das duas abordagens durante o processo de construção do Game Design Document - GDD do SafeSkill.

Da abordagem de Klopfer, Osterweil e Salen (2009), são considerados os seguintes princípios: a aprendizagem e jogabilidade serão colocadas como premissas básicas;

encontrar o jogo no conteúdo; não se restringir demasiadamente a padrões acadêmicos; e definir as metas de aprendizagem. Em relação aos aspectos trazidos por Gee (2005): a identidade, a interação, a informação sob demanda e a consolidação serão utilizados no GDD, mas outros aspectos poderão surgir durante o processo elaboração.

2.2.5 *Serious games e aprendizagem*

Os jogos digitais para educação “podem modificar em muito o sistema educacional, atraindo as crianças nativas digitais para uma nova abordagem de conteúdos e integrando as tecnologias utilizadas pelas instituições de ensino” (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014a).

Ainda segundo esses autores, sugere-se que:

Enquanto na sala de aula um aluno pode ficar para trás ao não compreender completamente um conceito enquanto sua sala parte para conceitos mais complexos, em um jogo o aluno precisa compreender necessariamente um conceito antes de avançar para a próxima fase. O aluno pode ainda repetir uma mesma etapa até aprender o que lhe é apresentado. Além disso, jogos dão aos alunos um controle maior sobre seu próprio aprendizado. Tal sentimento é importante na autoestima dos alunos, potencializando seu entusiasmo e engajamento. Outra vantagem é que os jogos digitais educacionais podem abordar mais de um tema inserindo os alunos, de maneira descontraída, em temáticas importantes à sua formação como cidadãos. Jogos Digitais permitem, também, que se rompam preconceitos com matérias como, por exemplo, matemática, inserindo-as em contextos cotidianos (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014a, p. 72).

Para Gee (2008), os jogos podem possuir aspectos pedagógicos capazes de contribuir no processo de ensino-aprendizagem, dialogando com os conteúdos educacionais, porém, durante a interação com o game, o jogador poderá obter estímulos mentais que vão além dos conteúdos, como a solução de problemas, tomada de decisão, entre outros.

Em entrevistas com professores, Kebritchi et al. (2010) revela que alunos que utilizam um jogo digital voltado para o ensino de matemática queriam aprender mais e prestavam mais atenção porque gostavam de passar das missões propostas pelo jogo. O mesmo estudo, de cunho qualitativo, demonstrou a percepção dos professores em relação a identificar mudanças na afeição dos alunos em relação a matemática, diminuindo sua rejeição aos assuntos

abordados. Além disso, os próprios alunos relataram que o jogo os fez relacionar os conteúdos estudados com situações do mundo real, e que apreciaram aspectos do jogo que incluiu aventura, exploração e desafio.

A utilização de *serious games* pode ser estendida para o âmbito organizacional, onde, segundo Donovan (2012), jogos e simuladores podem aumentar a segurança e reduzir consideravelmente os custos. O autor apresenta como exemplo a situação hipotética de um jogo voltado para companhia de serviços elétricos, que pode disponibilizar para seus funcionários um game para capacitá-los sobre as normas de segurança, sem a necessidade de reproduzir um curso em larga escala na vida real, reduzindo os riscos de ferimentos no processo de treinamento por funcionários ainda não familiarizados com as normas, e ao mesmo tempo possibilitando que aprendam e experimentem cada regra da norma estudada. É importante entender que os jogos digitais não substituem a experiência prática e a vivência real, mas podem apoiar de forma significativa o processo de ensino-aprendizagem.

Nogueira e Galdino (2012) discutem a utilização de jogos digitais no processo de ensino-aprendizagem, afirmando que a geração de jovens do início do século 21 não possuem mais interesse em estudar segundo os currículos rígidos e lineares disponibilizados pelo ensino tradicional. Afirmam ainda que ensinar por meio de jogos digitais permite envolver o jogador (estudante) em um ambiente de constantes desafios, o que o faz querer avançar e superar os obstáculos propostos pelo jogo, necessitando de sua parte mudanças de atitudes, tomadas de decisão e a elaboração de estratégias, praticando, assim, habilidades que vão além dos conteúdos curriculares.

Reforçando esta ideia, Prensky (2012) afirma que a “educação baseada em jogos”, termo por ele cunhado, está de acordo com os estilos de aprendizagem da geração atual e das futuras gerações, motivando porque é divertida e pode ser adaptada para vários tipos de conteúdo e, se aplicada corretamente, traz grandes resultados.

Savi e Ulbricht (2008) apresentam alguns benefícios que os jogos digitais educacionais podem trazer ao processo de ensino-aprendizagem: efeito motivador provocando o interesse e motivando o estudante com desafios, curiosidade, interação e fantasia; facilitador do aprendizado viabilizando a geração de elementos gráficos capazes de representar uma grande variedade de

ideias e cenários; desenvolvimento de habilidades cognitivas possibilitando a resolução de problemas, tomada de decisão, reconhecimento de padrões, processamento de informações, criatividade e pensamento crítico; aprendizado por descoberta, pois ambientes livres de riscos provocam a experimentação e exploração, estimulando a curiosidade; experiência de novas identidades oferecendo a oportunidade de novas experiências de imersão em outros mundos ou de vivenciar diferentes identidades; socialização à medida que aproximam os alunos jogadores, de forma competitiva ou cooperativa; promovendo o desenvolvimento da coordenação motora e de habilidades espaciais; comportamento *expert* tendo em vista que pessoas que jogam jogos digitais se tornam *experts* no que ele propõe como desafio.

Em um levantamento de pesquisas sobre o efeito dos jogos digitais na educação, Connolly et al. (2012) notou um número significativo de trabalhos que indicam evidências da efetividade dos jogos digitais na obtenção de conhecimentos específicos, tendo em vista que *serious games* de qualidade objetivam incentivar o jogador (aluno) a explorar o ambiente, formular e testar teorias, por meio de ações desenvolvidas dentro do jogo, possibilitando a construção ativa de conhecimentos.

Diversos estudos, de acordo com Alves (2013), vêm sendo realizados com o intuito de avaliar as contribuições dos jogos digitais no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, os games se tornaram objeto de estudo de universidades internacionais e brasileiras, a exemplo da UFBA, UNEB, SENAI CIMATEC, *Colorado State University* nos Estados Unidos, *RMIT University* na Austrália, *Singapore Polytechnic* em Singapura, o que indica a relevância e a preocupação da comunidade acadêmica com a relação jogos digitais e educação.

Além disso, não só a interação com os jogos digitais na educação, mas também a sua mecânica, está sendo utilizada no processo de ensino-aprendizagem com o conceito de *gamification* ou, em tradução livre, gamificação, com o intuito de utilizar o engajamento e motivação presentes nos jogos nas atividades educacionais e cotidianas (ALVES, 2014).

De Paula e Valente (2016) dizem que a interação com os jogos digitais apenas como ferramentas para transmitir conteúdos não é a vertente adequada a seguir em relação a aplicação dos games na educação. A utilização dos jogos digitais deve ser

observada como uma oportunidade para transformar o foco principal do processo educacional, favorecendo a construção do conhecimento por parte do aluno, ao invés de simplesmente comunicar e forçá-lo a memorizar fatos e informações. Os mesmos autores evidenciam a importância do rápido *feedback* presente nos jogos digitais, que possibilita a identificação de erros cometidos na execução de ações durante o jogo, abrindo a possibilidade de seguir por novos caminhos na construção do conhecimento por parte do jogador (discente).

A educação vem abrindo as portas, cada vez mais, para os jogos digitais, como mostram os dados trazido por Fleury, Sakuda e Cordeiro (2014), no 1º Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais, revelando que mais 43% dos jogos digitais produzidos no Brasil são direcionados para a educação. Acredita-se que essa aceitação está relacionada com a capacidade motivacional dos games, além da sua disposição em integrar habilidades e conhecimentos (PAULA e VALENTE, 2016).

Como podemos ver acima, existem diversos autores e estudos que analisam e discutem a influência que os jogos digitais podem exercer sobre educação, identificando os seus benefícios e criando modelos que possam auxiliar e facilitar o desenvolvimento dos *serious games* na busca de proporcionar novos caminhos para o processo de ensino-aprendizagem.

Estes estudos demonstram que a utilização de jogos digitais na educação pode proporcionar resultados que vão além da exposição dos conteúdos curriculares, propiciando a prática de habilidades cognitivas e motoras, facilitando o aprendizado e desenvolvendo capacidades sociais nos indivíduos que os jogam, conforme apresentado por Savi e Ulbricht (2008).

Alguns autores analisam os jogos digitais na educação como ferramentas pedagógicas com um viés instrumental, como Nogueira e Galdino (2012). Por outro lado, autores como Alves (2014), Savi e Ulbricht (2008) e Paula e Valente (2016), entendem que os jogos digitais não são apenas instrumentos, mas sim, elementos que podem proporcionar uma mudança significativa na forma de ensinar e no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, podemos entender que a utilização de jogos digitais ou *serious games* no processo educacional está em crescimento e que esforços estão sendo aplicados no intuito de comprovar sua eficácia como elemento transformador dos processos

pedagógicos e práticas educacionais, avançando para uma intercessão com as características de aprendizagem da geração atual e das novas gerações. O que demonstra a validade deste estudo, que busca propor um GDD para um *serious game* com o intuito de criar um espaço interativo e lúdico para a formação de profissionais de segurança do trabalho para um segmento industrial da construção civil.

2.3 *Serious Games* para Segurança do Trabalho na Construção Civil

Como visto anteriormente, os *serious games* são capazes de proporcionar ao jogador aspectos relevantes do ponto de vista da aprendizagem, como: atenção, motivação, capacidade de tomada de decisão, treinamento de habilidades motoras e intelectuais, obtenção de novos conhecimentos, entre outros (NOGUEIRA E GALDINO, 2012). A interação de *serious games* pode ser uma opção viável para o processo de formação de profissionais que atuam em diversos segmentos, já que pode possibilitar experiências relacionadas com o mundo real, dentre os quais podemos citar o da segurança do trabalho.

Segundo Miller, Patacas e Kassem (2014), saúde e segurança na indústria da construção é uma especialidade interdisciplinar preocupada em proteger o bem-estar de todas as partes interessadas nos processos da construção, incluindo os trabalhadores, funcionários, visitantes e pedestres, criando um ambiente de trabalho seguro. A área da construção é uma das indústrias mais perigosas para trabalhar, quando medido por taxas de acidentes no local e pagamentos de indenizações, como visto na seção sobre segurança do trabalho deste estudo. Treinamento e sensibilização em saúde e segurança são algumas das principais ações que precisam ser consideradas para melhorar o estado da indústria da construção (PATON, 2009).

Para Addison (2013), a utilização de mundos virtuais e realidade virtual pode ser o caminho para a implementação do *e-learning* como estratégia de formação para o setor da construção. Os *serious games* tornaram-se uma área de interesse para educadores e treinadores ao longo da última década, com o potencial de fornecer não só as informações exigidas pelos alunos, mas a oportunidade de construir conhecimentos por meio dessa experiência colaborativa, podendo atuar como mediadores nas práticas presenciais e a distância.

2.3.1 *Descritores e plataformas*

Esta seção do trabalho tem por objetivos a identificação de pesquisas relacionadas a jogos digitais que abordam a temática de segurança do trabalho na indústria da construção civil, bem como a busca por reconhecer as metodologias pedagógicas empregadas nessas pesquisas, além de analisar os resultados encontrados.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre o tema *serious games* e segurança do trabalho para a construção civil nas principais bases de trabalhos científicos, como: Science Direct, IBICT, Periódicos CAPES, IEEE Xplore, SciELO - Scientific Electronic Library Online, na base de dados da área de computação, com a Biblioteca Digital da SBC, base de artigos da SBGames, além de buscas ativas no Google, Google Acadêmico e websites de empresas que atuam no segmento de segurança do trabalho.

O levantamento dedicou-se a buscar trabalhos realizados entre 2011 e 2016, levando em consideração apenas trabalhos de no máximo cinco anos, tendo em vista a natureza tecnológica do objeto de pesquisa. As palavras-chaves mais relevantes, em diversas combinações utilizadas para as buscas, foram: *serious games*, *occupational safety*, *construction industry*, jogos sérios, segurança do trabalho, construção civil.

2.3.2 *Resultados obtidos*

A pesquisa foi realizada no período de 02 a 27 de maio de 2016, onde foram encontrados 145 artigos, conforme Tabela 2, feita em três etapas. Na primeira realizou-se buscas conforme as palavras-chaves estabelecidas, usando as seguintes combinações: “*serious games*” AND “*occupational safety*” OR “*construction industry*”, “jogos sérios” AND “segurança do trabalho” OR “construção civil” e *games* AND *safety* OR *construction*, jogos AND segurança OR construção.

A segunda etapa corresponde à seleção dos estudos onde, pelo menos, dois dos termos de busca utilizados foram encontrados no título ou resumo/abstract, chegando a 31 artigos. Na terceira foram considerados apenas os trabalhos que possuíam como temática principal o desenvolvimento de jogos digitais ou *serious games* para segurança do trabalho na indústria da construção civil, por meio da leitura de seus resumos/abstracts, obtendo um total de 11 trabalhos.

Fontes	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Science Direct	12	4	3
Periódicos CAPES	14	5	2
Biblioteca Digital da SBC	5	2	0
SBGames	11	2	1
IEEE Xplore	7	3	1
SciELO	10	3	1
Google Acadêmico	86	12	3
TOTAL	145	31	11

Tabela 2: Quantidade de estudos encontrados por etapa da pesquisa.
Elaboração própria.

Após as etapas descritas, foi feita a leitura da introdução e conclusão dos 11 artigos selecionados, chegando ao número de 5 trabalhos, os quais foram selecionados para análise completa devido a sua aderência com a temática pesquisada, conforme Tabela 3.

Título	Ano	Autores	Local de publicação	País de origem
Using 3D Visualization to Train Hispanic Construction Workers	2011	Clevenger e Del Puerto	Automation in Construction Journal	Estados Unidos
Designing a game for occupational health and safety in the construction industry	2012	Greuter et al.	The 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment	Austrália
REAPSG: Work Safety and Health Games for Construction Sector	2013	Leong e Goh	Games Innovation Conference (IGIC), 2013 IEEE International	Singapura
Construction health and safety training: the utilisation of 4D enabled serious games	2014	Dawood et al.	Journal of Information Technology in Construction	Reino Unido
3D Game-based Training System for Hazard Identification on Construction Site	2015	Dzeng, Hsueh e Chang	Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2015 12th International Conference on	Taiwan

Tabela 3: Artigos selecionados para leitura completa.
Elaboração própria.

2.3.3 Análise dos resultados

Todos os trabalhos encontrados e analisados foram desenvolvidos fora do Brasil, conforme mostra a Tabela 3, não havendo pesquisas no país que abordem a temática de *serious games* para segurança do trabalho. Um dos projetos

encontrados (CLEVINGER e DEL PUERTO, 2011) é direcionado para trabalhadores da construção civil que falam espanhol e os outros quatro utilizam a língua inglesa (GREUTER et al., 2012; LEONG e GOH, 2013; DAWOOD et al., 2014; DZENG, HSUEH e CHANG, 2015).

O trabalho desenvolvido por Clevenger e Del Puerto (2011) não se caracteriza como um jogo de fato, pois seu objetivo é utilizar de visualização 3D para ampliar o entendimento dos trabalhadores da construção civil nos Estados Unidos, que falam Espanhol, sobre os processos de montagem de estruturas e os aspectos de segurança necessários no ambiente em que trabalham, reduzindo a necessidade de comunicação verbal, devido ao fato de grande parte deles não se comunicar em inglês e possuir baixa escolaridade. Porém, não existe nenhum tipo de interação entre o jogador e a visualização 3D, que caracterize alguma jogabilidade. Apenas são exibidas animações 3D narradas em espanhol, na tentativa de melhorar o entendimento dos trabalhadores sobre suas atividades laborais. O projeto foi desenvolvido por pesquisadores do Colorado State University nos Estados Unidos.

Tendo como base a identificação de perigos dentro de um canteiro de obras, o trabalho de Greuter et al. (2012) propõe um jogo direcionado para estudantes da construção civil. Desenvolvido por pesquisadores australianos da RMIT University, o jogo possui uma mecânica onde um jogador pode testar algumas opções entre as soluções disponíveis, para determinadas situações que podem ocorrer com os personagens não jogáveis (NPC) do jogo. Após selecionar e aplicar alguma das soluções são dadas respostas ao jogador, oferecendo um feedback que pode ser positivo ou negativo, em relação a atitude tomada pelo jogador na tentativa de gerenciar o perigo ao qual o NPC está envolvido. Utiliza o motor Unity 3D e está disponível na Apple AppStore para iPad 2.

Outro trabalho propõe uma plataforma denominada REAPSG (*Rapid Easy Authoring Platform for Serious Games*) ou Plataforma Rápida e Fácil de Criação de Jogos Sérios, em tradução livre. Produzido por pesquisadores da Singapore Polytechnic em Singapura, segundo os autores, a proposta é uma plataforma para criar ou personalizar ambientes da construção civil por professores, para posteriormente, aplicar em turmas de cursos de segurança do trabalho. Disponibiliza as seguintes características de jogabilidade: identificação de perigos, criar novas instalações de

construção, fazer inspeção e observação, acesso a riscos de segurança do trabalho e planejar e preparar o ambiente pelo professor (LEONG e GOH, 2013).

Utilizando OpenSimulator com o intuito de criar um ambiente para identificação de perigos na construção civil, o artigo de Dawood et al. (2014), apresenta uma solução utilizando o conceito de 4D (3D + tempo) onde o tempo é considerado a quarta dimensão, com a intenção de aplicar a plataforma em cursos de segurança do trabalho. A variável tempo utilizada aumenta o número de ocorrências de incidentes de perigo no ambiente da construção, possibilitando que os estudantes possam praticar a identificação de tais incidentes no decorrer do jogo. Foi produzido por pesquisadores de Teesside University, Middlesbrough no Reino Unido.

O ambiente modelado em 3D por Dzung, Hsueh e Chang (2015), o último trabalho estudado apresenta uma proposta semelhante aos anteriores, onde o jogo possui um número predefinido de situações de perigo, e o jogador (estudante) precisa identificá-las. A proposta tem como foco a indústria da construção civil de Taiwan, onde foi realizada a pesquisa por membros National Chiao Tung University.

Os projetos selecionados nesta seção do trabalho não possuíam detalhamento dos aspectos pedagógicos dos jogos, estando centrados nas perspectivas tecnológicas de desenvolvimento, design e jogabilidade, algo compreensível, tendo em vista que foram desenvolvidos por pesquisadores de áreas mais técnicas, como Engenharia Civil, Engenharia da Computação, Gestão de Projetos, entre outras, o que ressaltou a necessidade de buscar embasamentos pedagógicos mais consistentes para a constituição deste trabalho, com o intuito de possibilitar a criação de um *serious game* que realmente possua efetividade no processo de formação em segurança do trabalho para a indústria da construção civil.

2.4 Design de Jogos Digitais

Nesta seção iremos tentar definir o que vem a ser *design* de jogos digitais ou *Game Design*, termos esses utilizados como sinônimos pela comunidade de desenvolvedores de games, além de conhecer as principais classificações e documentos do processo.

Uma das principais referências do assunto, Schell (2014) define o *design* de jogos digitais de forma simples, dizendo que “*Game Design* é o ato de decidir o que um jogo deve ser”. Diz ainda que, por ser um processo de simples tomada de decisão, não são

necessários equipamentos ou computadores para fazer o *design* de um jogo, desde que você consiga comunicar as ideias para as pessoas que irão ajudá-lo a desenvolver.

Rouse III (2010) diz que o *game design* é o que determina a forma do jogo, quais as escolhas os jogadores poderão fazer e as consequências delas determinando os critérios de perda ou ganho, como o usuário será capaz de controlá-lo, as informações que o jogo irá comunicar com ele e estabelece o quão difícil será. Em suma, o *game design* determina todos os detalhes de como o jogo irá funcionar.

Dentro dessa perspectiva, ainda podemos dizer que o *game design*:

É o que determina a jogabilidade, as escolhas que o jogador terá dentro do mundo do jogo e as ramificações que suas escolhas vão ter no resto do jogo. Inclui o que faz o jogador vencer ou perder, como ele vai controlar o jogo, as informações que o jogador deverá receber. Em resumo, o *game design* descreve cada detalhe de como funcionará a jogabilidade. (PERUCIA et al., 2007, p. 105)

Ainda reafirmando as definições anteriores, Brathwaite e Schreiber (2009) dizem que o *game design* é o processo de criação do conteúdo e das regras de um jogo. Para que o *design* de um jogo seja bem feito, é preciso que as metas definidas permitam o jogador a se sentir motivado a alcançá-las, tomando decisões significativas para chegar aos objetivos.

Outra definição, proposta por Adams (2014), diz que o *game design* é o processo de imaginar um jogo, definindo a forma como ele funciona, descrevendo os elementos que o compõem (conceituais e funcionais, artístico e outros) e transmitir as informações sobre o jogo para a equipe que vai construí-lo.

Levando em consideração as definições acima, podemos entender que o design de jogos digitais ou *game design* é o processo de elaboração do jogo, buscando definir todos os elementos técnicos e artísticos que serão usados em seu desenvolvimento.

Assim como existem muitos tipos de *games*, há também muitos tipos de *design* de jogos. Brathwaite e Schreiber (2009) dividem o *game design* da seguinte forma: *world design* ou *design* do mundo é a criação global da história de fundo, configurações, e tema do jogo, geralmente executada por um único *designer*, que muitas vezes determina o âmbito de aplicação das outras tarefas do projeto; *system design* ou *design* de sistema é a criação de regras e padrões matemáticos

subjacentes em um jogo, esta é a única tarefa de design do jogo que é comum a todos os jogos, porque todos eles possuem regras; *content design* ou *design* de conteúdo é a criação de personagens, desafios e missões, muito comum em jogos de vídeo, *role playing* e jogos de cartas colecionáveis, que também possuem uma quantidade significativa de conteúdo; *game writing* ou escrita do jogo é a escrita do diálogo, texto e história dentro do mundo do jogo; *level design* ou *design* de níveis é a elaboração de níveis em um jogo, incluindo o layout de mapas e colocação de objetos e desafios dentro desses mapas; *user interface* ou interface de usuário (UI) é a forma como o jogador interage com o jogo, e como ele recebe informações e *feedback*.

Neste trabalho será adotada uma perspectiva de *game design* que mescla a maioria desses aspectos em um único artefato, chamado de Game Design Document - GDD, um documento que visa agrupar as informações citadas anteriormente de forma sucinta, facilitando a compreensão dos envolvidos no processo de concepção e desenvolvimento do game. Posteriormente, serão apresentados com maior detalhe os elementos que compõem o GDD e seus diversos modelos.

2.4.1 Classificação dos jogos digitais

Classificar os jogos digitais é algo complexo, porque eles são muitas vezes vistos tanto pelo tipo de jogo, quanto pela maneira como os vemos. Dessa forma, algumas das classificações mais comuns para os games são pelo: ponto de vista, tipo de visualização gráfica, estilo visual e gênero.

2.4.1.1 Ponto de vista ou visualização (*point of view*)

Segundo afirmam Perry e DeMaria (2009), existem diversos tipos de perspectivas, isto é, primeira pessoa, segunda pessoa, e diversos tipos de perspectiva de terceira pessoa, os jogos digitais também usam um ponto de vista de espectador. No princípio, alguns jogos eram apenas em texto, a exemplo de *Secret Agent: Mission One* (BEAVIS, 2014), e eram definidos como em segunda pessoa. porém, com o avanço das visualizações gráficas, as perspectivas mais comumente utilizadas são as de primeira e terceira pessoa.

O ponto de visualização da primeira pessoa é a visão direta a partir dos olhos do personagem no jogo. Já a segunda pessoa é a vista de um papel através dos olhos

de outra pessoa. A terceira pessoa é a visão de fora da figura dramática do jogador de um ponto acima e atrás (PERRY e DEMARIA, 2009).

Para Voorhees, Call e Whitlock (2012), o ponto de vista de primeira pessoa permite que os jogadores percebam o jogo através dos olhos do personagem, observando o mundo que os rodeia de perto, dando uma visão clara do cenário na frente deles. É atribuída a esta perspectiva a sensação mais imersiva do jogo. Já a perspectiva de terceira pessoa permite ao jogador observar o personagem principal em ação, sem dar-lhe a sensação de que ele é realmente o personagem. Embora tal posicionamento da câmera tenha um maior campo de visão da área ao redor, torna-se difícil para o jogador medir com precisão o seu foco de interesse.

Estes pontos de vista apoiam experiências distintas de imersão para os games e diferentes percepções do espaço. Muitos jogos contemporâneos são concebidos de tal modo que o jogador, dependendo de uma situação ou preferências pessoais, possa escolher a perspectiva que deseja utilizar, a exemplo da série *Need For Speed, Stock Car 2013*, entre outros (DENISOVA e CAIRNS, 2015).

No desenvolvimento do GDD que compõe este trabalho, serão sugeridas as perspectivas de primeira e terceira pessoa, a depender do tipo de interação que o jogador terá com os outros elementos contidos no jogo, possibilitando melhor visualização de tais elementos e do ambiente que o cerca.

Além do ponto de visualização, os jogos digitais podem ser caracterizados de acordo com o tipo de visualização gráfica, permitindo diferentes experiências para o jogador e influenciando em características como realismo e ludicidade. A seguir são apresentados os principais tipos de visualização gráfica utilizados nos jogos contemporâneos.

2.4.1.2 Tipo de visualização gráfica

Existem três tipos principais de visualização gráfica para jogos digitais, que podem ser por meio apenas de texto, gráfico 2D ou gráfico 3D (PERRY e DEMARIA, 2009). Os jogos baseados em texto puro são aqueles em que as informações são apresentadas para o jogador apenas por meio de textos, havendo a possibilidade da utilização, em alguns casos, de imagens estáticas, funcionando como um livro ilustrado. São jogos pouco viáveis para os dias atuais, porém, ainda podem ser

utilizados em experiências baseadas em internet de baixa velocidade ou jogos de aprendizagem.

Os jogos com camada de texto ainda possuem aplicações significativas, utilizados, principalmente, em games relacionados com o processo educacional, como no aprendizado de línguas ou em uma variedade de áreas para ensinar conhecimentos e entendimentos de conteúdos curriculares (BEAVIS, 2014). Como exemplo desse tipo de jogo temos o MUD1 de 1978, jogo que simulava um RPG por meio de interfaces textuais apresentados no monitor, onde eram dadas opções para o jogador e, a partir de suas escolhas, a narrativa era desenvolvida.

Outra forma de visualização gráfica é a bidimensional ou 2D, onde as imagens são concebidas em duas dimensões, sempre representadas sobre um plano de dois eixos, apresentando o aspecto de volume apenas pela utilização de cores. Os softwares gráficos dos jogos manipulam os pixels, a menor unidade de uma imagem digital, por meio de suas cores para obtenção de tais efeitos (MOURA et al., 2009).



Figura 1: Exemplos de visualizações gráficas 2D.
Elaboração própria.

A visualização gráfica 2D inclui alguns tipos diferentes de perspectivas, como representado na Figura 1. Os principais tipos, de acordo com Perry e DeMaria (2009), são: side view ou vista lateral, onde a cena se move na tela da esquerda para a direita, normalmente, a progressão do objetivo e ação do jogo é vista

lateralmente pelo ângulo de câmera; top-down view ou vista de cima para baixo, este ponto de vista tem o jogador olhando diretamente para baixo sobre a ação; isométrica, esta é uma visão de cima para baixo ligeiramente inclinada, o que dá uma ilusão de profundidade, simulando 3D; first-person fake perspective ou falsa perspectiva em primeira pessoa, esta visão do mundo a partir da perspectiva de primeira pessoa e usa um ponto de fuga gráfico para criar uma ilusão de profundidade em um ambiente puramente 2D; third-person fake perspective ou falsa perspectiva em terceira pessoa, parecida como a falsa perspectiva em primeira pessoa, porém utilizando uma personagem representando o jogador; cockpit view ou visão de cabine do piloto, usa a perspectiva como visto de dentro de um veículo, com controles e painéis de comando, podendo simular carros, aviões, naves especiais, tanque, entre outros. Gráficos avançados 2D que tentam criar a ilusão de três dimensões, tais como as falsas perspectivas de primeira e terceira pessoa, isométrica e visão de cabine do piloto, são por vezes referidos como 2.5D.

O tipo de visualização gráfica mais utilizado atualmente para a criação de games é a tridimensional ou 3D, que é a simulação de um espaço em três eixos, onde é possível a observação dos objetos nele existentes de distâncias e ângulos diferentes, navegando pelo ambiente, mudando de posição e rotacionando no espaço (PEREIRA, 2010).

Assim como na bidimensional, a visualização gráfica 3D possui diferentes tipos de perspectivas, conforme Figura 2, dentre as quais podemos destacar: first person ou primeira pessoa, na qual a visão da personagem do jogador é representada na tela, dando uma sensação de imersão no ambiente tridimensional do jogo; third person ou terceira pessoa, onde a câmera é posicionada de forma a exibir na tela a personagem que representa o jogador, dando uma visão das ações por ele realizadas; variable camera ou câmera variável, várias perspectivas são disponibilizadas podendo ser utilizadas dependendo do momento no jogo ou da escolha do jogador, usadas, principalmente, em jogos de corrida, naves e de comando de veículos (LAURIER e REEVES, 2014).

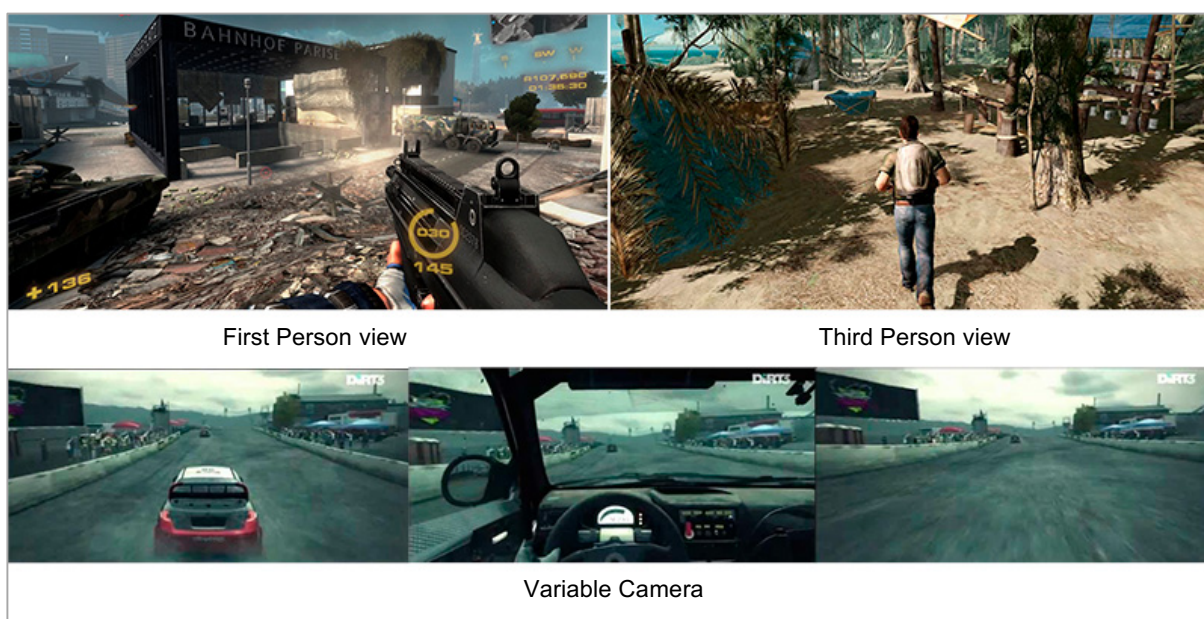


Figura 2: Exemplos de visualizações gráficas 3D.
Elaboração própria.

2.4.1.3 Estilo visual

Outro aspecto relevante que devemos levar em consideração no processo de *design* de jogos digitais, é o estilo visual em que o jogo será desenvolvido e a forma como o universo trazido por ele será apresentado para o jogador.

Há muitas maneiras de contar uma história e há também muitas maneiras de apresentar uma imagem. Wu (2012) afirma que, usando estilos diferentes, pode-se transmitir uma atmosfera específica para o jogo, e usando algo único pode-se obter um jogo especial.

A seguir são apresentados alguns dos principais estilos visuais que podem ser usados na criação de jogos digitais segundo Lee, Perti e Cho (2014) e Lee, Karlova e Clarke (2014): *abstract* ou abstrato, é um estilo visual que utiliza formas distintas, não utilizando personagens e podem ser simétrico, geométrico ou apresentar padrões caleidoscópicos; *cel-shaded*, técnica que utiliza modelos 3D com coloração baseada em efeitos de luz e sombras, reduzindo as gradações de cor apresentando aspectos de desenhos feitos à mão; *comic book (anime/manga)*, replica elementos artísticos comuns encontrados em revistas de quadrinhos, tais como características do personagem acentuadas e traços de linhas largas; *handicraft* ou artesanal, possui aspectos de objetos artesanais feitos à mão, com ênfase em texturas e superfícies como papel, fios, e argila; *map-based* ou baseado

em mapa, enfatiza o uso de mapas e jogabilidade baseada neles, possuem, geralmente, pequenos gráficos hexagonais e os jogadores têm tipicamente um ponto de vista *top-down* ou isométrico durante todo o jogo; *pixel art*, utiliza recursos visuais pixelados, normalmente encontrados nos jogos de 8 e 16 bits ou em jogos modernos que pretendem replicá-los; *realistic* ou realista, retrata personagens e ambientes na tentativa de alcançar o máximo de semelhança visual com referências do mundo real. Existem ainda diversos outros tipos de estilo visual, sendo eles variações dos estilos relatados anteriormente com pequenas alterações de sua aplicabilidade (PERRY e DEMARIA, 2009).

2.4.1.4 Gêneros de jogos digitais

Ao projetar um jogo digital, muitas vezes é útil pensar nos gêneros existentes de games. Não necessariamente para criar um que se encaixa puramente num gênero particular, mas para pensar em termos de modelos existentes de jogos de computador, games para console e dispositivos móveis. Estar ciente de tais modelos é importante ao considerar as características do *design* do jogo, tendo em vista que sua criação tende a mesclar gêneros existentes (DEGRAFT-JOHNSON et al., 2013).

No estudo realizado por Lee, Karlova e Clarke (2014) são apresentados os principais gêneros de jogos digitais, os quais incluem: *action* ou ação, possuem forte ênfase em ações realizadas pelo jogador, a fim de atender à determinado conjunto de objetivos (ex. *Super Mario Bros*, *Patapon*); *driving/racing* ou corrida, envolvem a condução de vários tipos de veículos como ação principal, às vezes com o objetivo de ganhar uma corrida contra adversários (ex. *Mario Kart*, *Gran Turismo*); *fighting* ou combate, coloca o jogador controlando um personagem para combater adversários (ex. *Street Fighter*, *Mortal Kombat*); *puzzle* ou enigma, tem o objetivo de encontrar a solução resolvendo enigmas, navegar, manipular e reconfigurar objetos (ex. *Tetris*, *Minesweeper*); *RPG (role-playing game)* ou jogo de interpretação de papéis, dão ênfase no desenvolvimento de personagem do jogador e componentes de narrativas (ex. *Final Fantasy*, *Mass Effect*); *shooter* ou tiro, envolvendo atirar, e muitas vezes destruir uma série de adversários ou objetos do jogo (ex. *Doom*, *Duck Hunt*); *simulation* ou simulação, possuem a intenção de criar experiências de atividades do mundo real no ambiente do jogo (ex. *SimCity*, *Trauma Center*); *sports* ou esportes, jogos relacionados à atividades esportivas do mundo real, como futebol, box, tênis, entre outros (ex. *FIFA series*, *Wii Sports*); *strategy* ou estratégia, caracterizados por

tomadas de decisões e intervenções estratégicas dos jogadores para trazer o resultado desejado (ex. *StarCraft*, *Total War series*).

Podemos ainda acrescentar, de acordo com Berg (2010), outros gêneros de jogos digitais, como: multiplayer games ou múltiplos jogadores, são aqueles que podem ser jogados por mais de um usuário simultaneamente (ex. *Counter-Strike*, *League of Legends*); games sociais, caracterizados como jogos que utilizam o navegador web, jogado em plataformas sociais como Facebook (ex. *Candy Crush*, *Habbo*).

Os jogos digitais podem ser classificados ainda de acordo com o público-alvo, como jovem, adultos ou por faixa etária conforme Guia de Classificação Indicativa do Ministério da Justiça; por aspectos temporais, tempo real, baseado em turnos, ação programada, entre outros; por tema, zumbies, Sci-Fi, combate etc. Para este trabalho serão consideradas as classificações apresentadas anteriormente com detalhes.

No processo de criação de um jogo digital é importante que os elementos como história, narrativa, personagens, ambiente, tipo de visualização gráfica, gênero e todos os aspectos que o envolve, estejam claros e sejam bem compreendidos pelas pessoas envolvidas em seu desenvolvimento. Para isso são utilizadas documentações que permitem uma comunicação direta e centralizada, buscando a compreensão das características do jogo por todas as etapas da sua implementação. Dentre estes documentos podemos destacar o Documento de Game Design.

2.4.2 Documento de Game Design - GDD

O Documento de Game Design, *GDD*, como é mais conhecido, tem o objetivo de mapear o máximo de informação possível de como será desenvolvido o jogo, o que os jogadores irão experimentar e como eles vão interagir com o mundo do jogo. O principal desafio na composição de um bom GDD é manter uma boa estruturação e organização dos conteúdos (ROUSE III, 2010).

De acordo com Schell (2014), os dois principais propósitos de um GDD são armazenar as informações do projeto do jogo para futuras consultas e evitar possíveis esquecimentos. O outro propósito é facilitar a comunicação entre as pessoas envolvidas no desenvolvimento do projeto e implementação do jogo. Dessa forma, a ação de documentar é uma maneira eficiente de evitar transtornos e retrabalho no processo de criação de jogos digitais.

Segundo Fullerton (2014), sem uma documentação para guiar o desenvolvimento do jogo, os indivíduos pertencentes à equipe podem interpretar o que eles sabem sobre o projeto da sua própria maneira, com dedicação, porém não necessariamente para os mesmos fins. Quando é chegada a hora de integrar o trabalho, a arte poderia ter sido feita com especificações inutilizáveis, a tecnologia pode refletir características desatualizadas ou a essência do jogo poderia ter se perdido, por exemplo. O GDD tenta, justamente, evitar a ocorrência desses tipos de situações.

Ainda de acordo com Fullerton (2014), GDD eficazes devem comunicar as principais informações em 50 a 100 páginas, para que um executivo ocupado ou programador possa encontrar as áreas que os afetam de forma rápida e fácil. Se existem áreas que precisam ser expandidas à medida que o projeto avança, uma alternativa é criar subdocumentos que possam detalhar melhor cada uma das áreas do desenvolvimento com maior profundidade.

Para Schell (2014), o GDD pode ser dividido em subdocumentos que compõem o *design* de jogos digitais. O autor utiliza cinco grupos compostos por Design, Engenharia, Gestão, Escrita e Jogadores, conforme apresentado a seguir:

O *Design* é composto por: *Game Design Overview* ou Visão Geral do Design do Jogo - documento de alto nível em poucas páginas, escrito principalmente para que a equipe de gestão possa compreender o suficiente sobre o jogo. *Detailed Design Document* ou Documento de *Design* Detalhado - descreve toda a mecânica e interfaces de forma detalhada, tem como propósito lembrar aos *designers* e engenheiros as minúcias do projeto. *Story Overview* ou Visão Geral da História - contém os diálogos e narrativas e também é utilizado para descrever a importância dos cenários, personagens e ações que compõem o jogo.

Os documentos que tratam da Engenharia são: *Technical Design Document* ou Documento de Design do Técnico - tem por objetivos documentar os aspectos técnicos que vão além do jogo, como conexões com redes, compatibilidade com sistemas e etc. *Pipeline Overview* - descreve como os artistas devem fazer suas criações para que tenham compatibilidade com a capacidade de processamento dos consoles, computadores e dispositivos móveis. Limitações do Sistema - cria limites, os quais não devem ser ultrapassados pelos artistas, como quantidade de polígonos na tela ao mesmo tempo, número de explosões simultâneas, taxa de quadros por segundo, entre outros. *Art Bible* ou Bíblia de Arte - objetiva criar um

olhar único para os artistas, utilizando fichas de personagens, exemplos de ambientes, paleta de cores, exemplos de interface, e outros elementos visuais do projeto. *Concept Art Overview* ou Visão Geral do Conceito de Arte - possui as principais imagens que conceituam o jogo, dando uma visão geral dos visuais que devem ser utilizados no projeto.

Em relação a Gestão, podemos destacar: *Game Budget* ou Orçamento do Jogo - este documento contempla os valores e custos que envolvem o desenvolvimento do game, normalmente um dos primeiros a ser criado, com o intuito de captar financiamentos para o projeto. *Project Schedule* ou Cronograma do projeto - lista todas as tarefas que precisam ser realizadas, quanto tempo cada uma vai tomar, quando cada tarefa deve ser concluída, possuindo atualizações constantes.

Referente à Escrita, temos: *Bible Story* - estabelece as regras sobre o que é ou não é possível no mundo e história do jogo, facilitando a contribuição dos envolvidos no projeto, com ideias para a história integrando a arte, tecnologia e jogabilidade. *Script* - contém todos os diálogos existentes entre os NPCs (personagens não jogáveis) e os jogadores, facilitando o entendimento da equipe de desenvolvimento do projeto. Manual do Jogo - objetiva explicar para os jogadores como o jogo funciona, possibilitando o entendimento das regras e jogabilidade.

Por fim, o documento dos Jogadores: *Game Walkthrough* ou Passo a Passo do Jogo - muitos jogadores costumam escrever documentos relacionados ao jogo e publicá-los online, a exemplo de *Big Fish Casino Tips and Tricks*, *The Keeper of Antiques: The Imaginary World Walkthrough*, contribuindo para a comunidade do jogo ou até mesmo para os criadores. É importante para os desenvolvedores estudarem estes documentos para entender onde podem ser feitas melhorias no projeto em questão ou em futuros jogos a serem desenvolvidos.

Outros autores, como veremos a seguir, tendem a agrupar todos estes documentos em um único, possuindo diversas seções que podem variar de autor para autor. Adiante, são apresentadas diversas propostas de estruturas para o GDD de acordo com o entendimento dos seus autores.

2.4.2.1 Estrutura do Documento de Game Design

Rouse III (2014) propõem que o GDD, normalmente, contenha as seguintes seções, com a possibilidade de subdivisões:

- Sumário
- Visão geral ou Sumário executivo
- Mecânicas do jogo
- Inteligência artificial
- Elementos do jogo
- Visão geral da história
- Progressão do jogo
- Sistema de menus

Segundo o autor, nem todas as seções são utilizadas, o que vai variar de acordo com a exigência do projeto.

Para Fullerton (2014), o GDD pode ser composto pelas seções a seguir em um documento com um número entre 50 e 100 páginas, como mencionado anteriormente:

- Visão Geral ou *Vision Statement*
- Público, Plataforma e Mercado
- Jogabilidade
- Personagens (se houver)
- História (se houver)
- Mundo (se houver)
- Lista de Mídias

O autor menciona que seu modelo não é um padrão para qualquer tipo de projeto de jogo, porém oferece um direcionamento para a estruturação de um GDD. Além disso, o modelo proposto não apresenta a utilização de um sumário para indexar os conteúdos existentes do documento.

Schuyttema (2008) propõem uma estrutura com mais detalhamento para as seções que compõem o GDD, porém também afirma que a necessidade de uso dos itens relacionados abaixo pode variar de acordo com o tamanho e complexidade do projeto do jogo:

- I. Visão geral essencial
 - a. Resumo
 - b. Aspectos fundamentais
 - c. Golden nuggets (Pontuações)

- II. Contexto do jogo
 - a. História do jogo
 - b. Eventos anteriores
 - c. Principais jogadores
- III. Objetos essenciais do jogo
 - a. Personagens
 - b. Armas
 - c. Estruturas
 - d. Objetos
- IV. Conflitos e soluções
- V. Inteligência Artificial
- VI. Fluxo do Jogo
- VII. Controles
- VIII. Variações de jogo
- IX. Definições
- X. Referências

Dessa forma podemos entender que existem diversos modelos e formas de elaborar a documentação de projetos de jogos digitais. Podendo ser construída em vários documentos separados ou em um único com diversas seções que podem variar de acordo com o tamanho e complexidade do projeto. Ou ainda há a possibilidade de mesclarmos mais de um modelo utilizando aquilo que melhor se enquadra no perfil do que se pretende desenvolver.

2.4.2.2 GDD para jogos educacionais

O design de jogos digitais para a educação segue como base os princípios utilizados na criação de jogos de entretenimento, porém alguns autores, como veremos a seguir, sugerem a inclusão de aspectos pedagógicos no processo de elaboração do projeto de games educacionais, integrando aos modelos de GDD seções que tratam diretamente da pedagogia, aprendizagem e metodologia a ser empregado no jogo.

Seguindo o modelo proposto por Schuytema (2008), Leite e Mendonça (2013) propõem uma adaptação para a elaboração de um GDD voltado para jogos digitais com objetivos educacionais, conforme estrutura a seguir:

- I. Visão geral essencial
 - a. Resumo
 - b. Aspectos fundamentais
 - c. Objetivos de aprendizagem**
 - d. Golden nuggets (Pontuações)
- II. Contexto do jogo
 - a. História do jogo
 - b. Eventos anteriores
 - c. Principais jogadores
- III. Objetos essenciais do jogo
 - a. Personagens
 - b. Armas
 - c. Estruturas
 - d. Objetos
 - e. Tema
 - f. Avaliação do aluno**
- IV. Conflitos e soluções
 - a. Desafios
 - b. Recompensas e falhas
- V. Inteligência Artificial
- VI. Fluxo do Jogo
- VII. Controles
- VIII. Variações de jogo
- IX. Ferramentas de auxílio ao educador**
 - a. Definições
 - b. Referências

Os três elementos adicionados por Leite e Mendonça (2013), Objetivos de aprendizagem, Avaliação do aluno, Ferramentas de auxílio ao educador, tem a intenção de documentar os aspectos pedagógicos do jogo, facilitando o seu desenvolvimento com foco no processo de ensino-aprendizagem. Objetivos de aprendizagem: com ênfase pedagógica bem definidos e integrados adequadamente ao jogo, o professor pode definir como e quando aplicá-los com os alunos. Avaliação do aluno: o jogo funciona como ferramenta para o educador avaliar o aluno, seja com o próprio jogo ou propondo uma atividade relacionada a ele. Ferramentas para

auxiliar o professor: o professor recebe auxílio para a utilização do jogo com os alunos, como tutoriais e manuais.

Como este estudo visa propor um Documento de Game Design para um jogo digital educacional, será utilizada a perspectiva proposta por Schuytema (2008), Leite e Mendonça (2013), levando em consideração os aspectos pedagógicos, porém com algumas adaptações, excluindo elementos do modelo que não se aplicam ao jogo em questão, como, por exemplo: Eventos anteriores, Armas e Tema.

Um jogo digital é um software e, portanto, necessita seguir uma metodologia no seu processo de desenvolvimento, para que os esforços aplicados em sua criação sejam otimizados e gerem os melhores resultados com o mínimo de recurso. Dessa forma é importante a utilização de um método que facilite e agilize seu desenvolvimento. A seguir são apresentados os conceitos de desenvolvimento ágil de software.

2.5 Desenvolvimento Ágil de Software

Segundo Fleury, Nakano e Cordeiro (2014a), a demanda pela utilização de games tem aumentado significativamente, principalmente no Brasil. Com isso há uma necessidade de diminuir o tempo de criação de novos jogos, aplicando-se novas metodologias no processo, como as de desenvolvimento ágil de softwares.

O desenvolvimento ágil surgiu em 2001, resultado de uma reunião feita por 17 desenvolvedores experientes na comunidade de software em Utah, nos Estados Unidos. Como resultado das discussões foi criado o Manifesto Ágil para desenvolvimento de software, que propunha uma metodologia nova e diferente da tradicionalmente usada na época (PRIKLADNICKI et al., 2014). Neste manifesto são definidos os valores fundamentais do desenvolvimento ágil:

- **Indivíduos e interação** são mais importantes que processos e ferramentas. Quer dizer que as conversas entre os indivíduos são fundamentais para o bom andamento do projeto e que o uso de ferramentas e processos de desenvolvimento não devem ser priorizados em detrimento às relações entre os membros da equipe.
- **Software em funcionamento** é mais importante que documentação abrangente. Uma das grandes preocupações das empresas de desenvolvimento de software é a apreensão em documentar os processos e produtos desenvolvidos, o que é compreensível, porém, o método ágil

procura um equilíbrio entre documentar e colocar os esforços em entregas funcionais.

- **Colaboração com o cliente** é mais importante que negociação de contratos. Defende que uma boa relação entre o desenvolvedor e o cliente é mais relevante para o bom andamento do projeto do que cláusulas contratuais. Porém, é importante resguardos contratuais que protejam ambas as partes.
- **Responder a mudanças** é mais importante que seguir um plano. O desenvolvimento de software é um processo que envolve aprendizado contínuo, tanto por parte do desenvolvedor quanto do cliente dessa forma é importante que a aceitação de mudança durante o processo seja aberta, pois a tendência é que se tenha um produto que se enquadra melhor às reais necessidades do demandante.

Além dos valores mencionados acima, de acordo com Sato (2007), o Manifesto Ágil é complementado com a definição de 12 princípios, os quais formam os pilares dos chamados Métodos Ágeis:

1. Nossa maior prioridade é satisfazer o demandante com entregas contínuas e adiantadas de software com valor agregado.
2. Mudanças nos requisitos são bem-vindas, mesmo tardiamente no desenvolvimento. Processos ágeis tiram vantagem das mudanças visando vantagem competitiva para o demandante.
3. Entregar frequentemente software funcionando, de poucas semanas a poucos meses, com preferência à menor escala de tempo.
4. Pessoas de negócio e desenvolvedores devem trabalhar diariamente em conjunto por todo o projeto.
5. Construa projetos em torno de indivíduos motivados. Dê a eles o ambiente e o suporte necessário e confie neles para fazer o trabalho.
6. O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para e entre uma equipe de desenvolvimento é através de conversa face a face.
7. Software funcionando é a medida primária de progresso.
8. Os processos ágeis promovem desenvolvimento sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter um ritmo constante indefinidamente.
9. Contínua atenção à excelência técnica e bom design aumenta a agilidade.

10. Simplicidade - a arte de maximizar a quantidade de trabalho não realizado – é essencial.
11. As melhores arquiteturas, requisitos e designs emergem de equipes auto-organizáveis.
12. Em intervalos regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais eficaz e então refina e ajusta seu comportamento de acordo.

Esta forma de desenvolver softwares traz elementos importantes para o processo, como: motivação para a equipe de desenvolvimento, maior dinâmica, informações mais reais sobre o andamento do projeto para o cliente, mudanças no escopo provocam menos trauma para o processo, entregas são realizadas constantemente, o produto se torna mais importante que o processo, dando valor ao que realmente deve ser valorizado.

O Manifesto Ágil propõe uma nova visão no processo de desenvolvimento de software. Existem diversas vertentes que aplicam seus valores e princípios, gerando grupos distintos que usam como base os fundamentos do manifesto, porém com adaptações de ideias, como: *eXtreme Programming - XP*, *Microsoft Solutions Framework - MSF*, *Dynamic System Development Model - DSDM*, *Feature Driven Development - FDD*, *Crystal*, *Adaptive Software Development*, Scrum, entre outras. Neste trabalho iremos aprofundar nosso conhecimento, especificamente, na metodologia ágil Scrum.

2.5.1 Metodologia ágil Scrum

A metodologia Scrum é uma das mais utilizadas para o desenvolvimento de softwares no mundo, e sua aplicação no processo de desenvolvimento de jogos digitais também tem um alto nível de aceitação, tendo em vista que o processo de criação de um jogo envolve diversos perfis profissionais, alguns mais artísticos e outros mais técnicos, o que acaba provocando a necessidade de adaptação no escopo do projeto ao passo em que ele vai avançando, estando em alinhamento com os preceitos estabelecidos pelo Scrum (ALBINO; DE SOUZA; PRADO, 2014).

Dentre as diversas metodologias ágeis de desenvolvimento de software, o Scrum concentra-se no processo incremental focado na equipe com ciclos de iteração curtos (BISSI, 2007). Utilizado tanto em projetos de pequeno porte quanto de grande porte, o Scrum aplica algumas ideias provenientes das teorias de controle de

processos industriais, visando encontrar uma forma de trabalho, dos membros da equipe, para produzir softwares de forma flexível e em um ambiente em constante mudança (SOARES, 2004).

De acordo com Silva, Souza, Camargo (2013), a metodologia Scrum é fundamentada em três pilares, pregando: a transparência, garantindo clareza em todos os processos e resultados para as partes envolvidas no projeto; a inspeção, verificando e ajustando mudanças de percurso com o intuito de evitar problemas futuros; e adaptação, trabalhando junto com a inspeção, visando ajustar as variações no processo.

Para entender o Scrum é importante assimilarmos alguns dos termos utilizados em seu processo, pois ele possui um vocabulário próprio, utilizado pelos seus membros (BISSI, 2007):

- Backlog: lista com a relação de todas as funcionalidades a serem implementadas no projeto final, deve ser criada no início do projeto de forma detalhada e listado seguindo a ordem de prioridade de execução.
- Sprint: período de até 30 dias, onde partes do projeto é desenvolvido.
- Sprint Planning Meeting: reunião de planejamento de um Sprint.
- Sprint Goal: determinação dos objetivos/metastas de um Sprint.
- Sprint Review Meeting: reunião que ocorre no final do um Sprint.
- Sprint Backlog: lista de atividades a serem realizados no período de um Sprint, tendo como resultado um subproduto funcional para apresentação ao cliente.
- Dayling Scrum: reunião que ocorre diariamente, antes de iniciar os trabalhos da equipe de desenvolvimento.
- Scrum Team: equipe de desenvolvimento de um Sprint.

A equipe que compõe o Scrum, de acordo com Silva, Souza, Camargo (2013), é formada por três partes:

- *Product Owner*, é o representante do cliente e age como proprietário do produto, podendo ser um membro da empresa de desenvolvimento de software ou o próprio cliente final. Tem como principais atribuições criar o *Product Backlog*, priorizar o *Backlog* e aceitar ou rejeitar uma entrega da equipe de desenvolvimento.

- *ScrumMaster*, normalmente é o gerente do projeto. Tem a função de eliminar qualquer tipo de obstáculo que impeça o progresso do trabalho desenvolvido pela equipe de desenvolvimento.
- *Scrum Team*: formado pela equipe de desenvolvedores do projeto, normalmente composto por até 7 indivíduos. É responsável pelo desenvolvimento do projeto, em atividades como design, programação, testes etc.

O processo de desenvolvimento no Scrum é dividido em períodos de até 30 dias, chamados do *Sprint*. Cada *Sprint* tem uma lista de atividades claras e definidas para serem executadas dentro do período estabelecido. Diariamente são realizadas reuniões de até 15 minutos antes do início das atividades, com o intuito de fazer alinhamentos entre os membros da equipe e identificar possíveis dificuldades (KNIBERG, 2015). A figura abaixo representa o ciclo de vida do produto na metodologia Scrum:

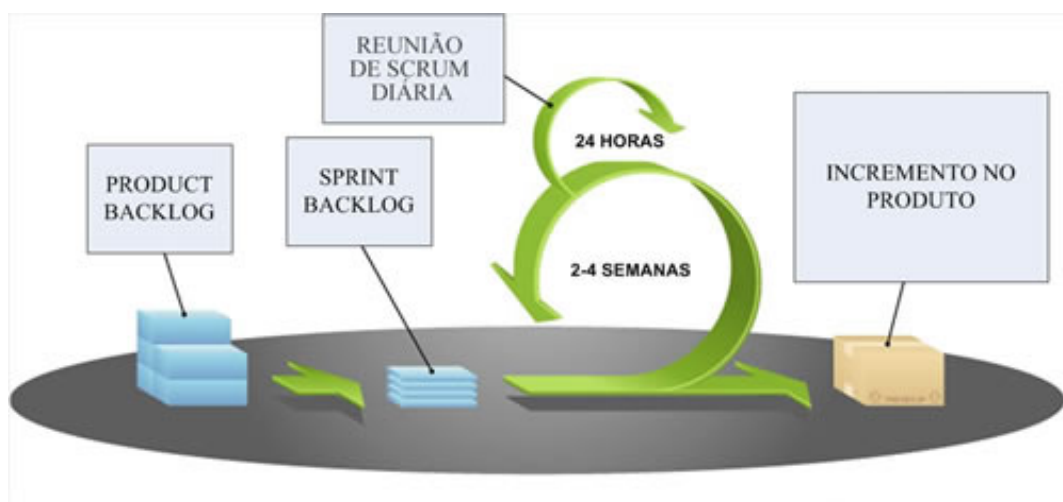


Figura 3: Ciclo de Vida do Projeto no Scrum.
Fonte: scriptcase.com.br

Dentro das ferramentas utilizadas para auxiliar os processos do Scrum, temos a aplicação do Kanban de forma adaptada, por meio de um quadro onde as tarefas são separadas em pelo menos três colunas. Na primeira, são colocados cartões que representam as tarefas a serem realizadas, onde cada cartão representa uma tarefa. Na segunda coluna, são movidas da primeira coluna as atividades que serão desenvolvidas no dia pelos membros da equipe de desenvolvimento, uma por vez. Na terceira coluna, ficam as tarefas que vão sendo finalizadas (KNIBERG; SKARIN,

2010). O número de colunas pode sofrer modificações dependendo da necessidade da equipe. A figura abaixo ilustra um quadro Kanban aplicado no Scrum:



Figura 4: Quadro Kamban - Scrum.
Elaboração própria.

Dessa forma, podemos entender que os métodos ágeis são úteis no processo de desenvolvimento de jogos digitais, pois a complexidade existente no desenvolvimento de um jogo necessita de metodologias que possibilitem uma adaptabilidade nos processos e escopos estabelecidos no início do projeto, tendo em vista que aspectos artísticos, tecnológicos ou de mercado podem interferir em seu desenvolvimento.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas as etapas, técnicas e instrumentos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. O delineamento indicando o enfoque empregado, além do universo pesquisado, os sujeitos que fizeram parte da pesquisa e a verificação do modelo proposto, também são indicados aqui juntamente com os procedimentos metodológicos abordados para a sua elaboração.

3.1 Delineamento da Pesquisa

Do ponto de vista dos objetivos deste trabalho, podemos classificá-lo como uma pesquisa exploratória, utilizando processos que visam buscar maior entendimento do problema alvo do estudo (RÉVILLION, 2015), sendo baseado em dois procedimentos: levantamento bibliográfico (GALVÃO, 2010), com o intuito de obter os conhecimentos necessários para o desenvolvimento do projeto e tomar maior ciência do problema e a realização de entrevistas e questionários estruturados (MARCONI; LAKATOS, 1999), com a intenção de identificar as informações necessária com pessoas que vivenciam o problema estudado no seu dia a dia.

Outra característica da pesquisa foi a realização de estudo de similares, onde foram analisados jogos digitais que possuem ligação com segurança do trabalho para a construção civil. Entendeu-se que a forma mais eficaz de obter o conhecimento produzido sobre o assunto, foi por meio do estabelecimento do estado da arte sobre o tema em questão (FERREIRA, 2002).

Com o objetivo de estruturar o GDD foi aplicado um questionário com questões fechadas e abertas que buscava identificar junto aos discentes do curso Técnico em Segurança do Trabalho, aspectos que contribuíssem para fundamentar o projeto em desenvolvimento. Também foram aplicadas entrevistas estruturadas junto a um grupo de professores do SENAI Alagoas que atuam na área de segurança do trabalho e, posteriormente, foram consultados novamente para validar o GDD proposto.

A última etapa foi a criação da modelagem do jogo, onde foram utilizadas metodologias comumente aplicadas nesse tipo de projeto, como Linguagem de Modelagem Unificada - UML, por se tratar de uma linguagem gráfica padronizada que permite a visualização de sistemas e fluxos complexos por meio de diagramas, facilitando o entendimento e a comunicação (GUEDES, 2008).

3.2 Sujeitos da Pesquisa

Este trabalho teve como ambiente de pesquisa o Centro de Formação Profissional Gustavo Paiva, unidade operacional do SENAI Alagoas. Tendo em vista que lá se encontravam sujeitos que poderiam tanto auxiliar no processo de concepção do projeto, como da avaliação da proposta do GDD.

Os professores e técnicos do SENAI Alagoas que atuam nas áreas de segurança no trabalho e construção civil foram entrevistados a fim de subsidiar a etapa de levantamento de requisitos do jogo. Foram convidados cinco professores que atuam na área de segurança do trabalho, dois deles com experiência na atuação no segmento da construção civil da unidade operacional mencionada e todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que se encontra no Apêndice 2 desta dissertação.

Também foi aplicado questionário com questões fechadas e abertas em um grupo e 31 estudantes de duas turmas do curso Técnico em Segurança do Trabalho do SENAI Alagoas, com o intuito de descobrir o interesse do público-alvo do projeto, suas opiniões sobre a interação com um jogo digital para aprender segurança do trabalho e suas expectativas, além de traçar um perfil dos futuros usuários do game.

3.3 Etapas, Técnicas e Instrumentos da Pesquisa

Inicialmente foi feito um levantamento junto às bibliografias técnicas e acadêmicas referentes à aplicação das normas de segurança no trabalho em ambientes da construção civil, além de estudos das categorias teóricas: *serious games*, *game design* e desenvolvimento ágil de software.

Também foi parte do desenvolvimento deste projeto o estudo de jogos similares para entender o que existe no mercado e compreender a mecânica dos *serious games*, principalmente os voltados para segurança no trabalho no âmbito da construção civil. Esta etapa da pesquisa encontra-se no capítulo de Fundamentação Teórica, no item 2.3 desta dissertação, com a qual foi possível perceber que esforços estão sendo feitos em diversas partes do mundo com o intuito de melhorar os processos de segurança do trabalho na indústria da construção.

As entrevistas estruturadas com um grupo de cinco professores do SENAI Alagoas seguiram o seguinte procedimento: inicialmente foi apresentada a proposta do jogo

para os entrevistados, para que eles tivessem consciência do objeto do estudo e, posteriormente, poderem contribuir com ideias para o projeto. Por meio das entrevistas foi possível identificar as necessidades existentes no processo de formação de técnicos de segurança do trabalho, obtendo as informações necessárias para dar início ao GDD e a modelagem do jogo SafeSkill.

Durante todo o processo de desenvolvimento do GDD, da modelagem do jogo e elaboração do estudo, foram feitas verificações com os especialistas de segurança do trabalho entrevistados para garantir que o projeto atenda as reais necessidades dos profissionais e estudantes.

Outra fonte de informação foi o questionário aplicado nos alunos do curso Técnico de Segurança do Trabalho, com os quais foi possível traçar um perfil básico do público alvo do jogo. Os aspectos analisados nos resultados foram levados em consideração durante a construção do GDD e da modelagem.

A partir dessas informações foram iniciados os processos de criação do modelo por meio dos conceitos de *Game Design*, descrevendo as características fundamentais do jogo, além da utilização de UML para a construção de diagramas com o intuito de facilitar o entendimento do modelo proposto.

O Documento de Game Design utilizado para o jogo SafeSkill seguiu as características do modelo proposto por Schuytema (2008) e Leite e Mendonça (2013), encontrado no item 2.4.2.2 desta dissertação, com algumas adaptações. Como se trata de um modelo direcionado para a criação de jogos educacionais, entendeu-se que esse era o mais adequado para o objetivo deste estudo.

3.4 Feedback dos Especialistas

Durante todo o processo de desenvolvimento do GDD, da modelagem do jogo e elaboração desse estudo, foram feitas verificações com os especialistas de segurança do trabalho entrevistados anteriormente, para garantir que o projeto atendesse as reais necessidades dos profissionais e estudantes deste segmento. Tais verificações consistiram em retroalimentar o GDD proposto com as informações obtidas com os especialistas entrevistados.

Os entrevistados foram consultados por meio de novas reuniões com o pesquisador, onde foram apresentados os resultados parciais do GDD e da modelagem, com o

intuito de verificar se as informações estavam de acordo com as necessidades por eles identificadas durante as entrevistas. Dessa forma foi possível fazer ajustes em diversas informações, trazendo o modelo proposto para a realidade vivenciada por eles no dia a dia, dando assim maior sinergia entre os objetivos do jogo e os conhecimentos trabalhados com os alunos em sala de aula.

Este processo de *feedback* foi fundamental para ratificar a relevância dos fundamentos pedagógicos observados durante a elaboração dos Objetivos Educacionais propostos para o jogo, tentando contribuir para a aprendizagem do aluno e possibilitando que ele coloque em prática os conhecimentos adquiridos durante os cursos relacionados à segurança do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção analisa os dados obtidos por meio das entrevistas semiestruturadas realizadas com professores do SENAI Alagoas, especialistas em segurança do trabalho e o questionário com questões fechadas e abertas com alunos de duas turmas do curso Técnico em Segurança do Trabalho da mesma instituição, com o objetivo de socializar e analisar tais dados. A pesquisa teve uma perspectiva colaborativa na medida em que professores e alunos contribuíram para o GDD. A escuta sensível discutida por Barbier (1998) que se caracteriza por permitir que o pesquisador se coloque no lugar do pesquisado e se dispça de preconceitos na busca de compreender o ponto de vista do outro foi um referencial importante para a análise.

Assim, tomando como referência este aporte, antes de elaborar o GDD e a modelagem do jogo proposto, identificou-se o perfil dos professores e alunos que provavelmente interagirão com o ambiente proposto, a fim de definir características e elementos que devem ser contemplados no SafeSkill.

4.1 Contribuições dos Professores Especialistas

Para a elaboração do GDD e da modelagem do jogo SafeSkill foram consultados cinco especialistas do SENAI Alagoas das áreas de segurança do trabalho e construção civil da unidade Centro de Formação Profissional Gustavo Paiva. Estes especialistas contribuíram com seus conhecimentos e experiência como professores para a definição dos conceitos que irão nortear as regras e a jogabilidade do jogo.

Por meio dessas entrevistas pode-se identificar as carências didáticas existentes no processo de formação de técnicos em segurança do trabalho e a sensibilização por parte dos docentes para integrar o jogo em suas práticas, sendo possível indicar uma proposta para atender, em parte, tais carências e possibilitar a prática dos conceitos aprendidos em sala de aula.

4.1.1 Análise das entrevistas

Quanto ao perfil profissional dos cinco sujeitos, foi possível identificar que todos atuam no segmento da segurança do trabalho como professores há pelo menos 5 anos e dois deles com experiência profissional na área da construção civil. Quatro dos entrevistados possuem graduação em Engenharia de Segurança e um é Arquiteto com pós-graduação em Segurança do Trabalho.

Todos os sujeitos entrevistados registraram que utilizam tecnologias para mediar o processo ensino-aprendizagem dos seus alunos, como: a utilização de vídeos para ilustrar situações de risco e apresentações de slides, além de usarem dinâmicas como jogos lúdicos (não digitais) e debates. Para todos os sujeitos, os jogos digitais podem ser utilizados na dinâmica da sala de aula e, segundo um dos entrevistados, “são ferramentas que despertam o interesse do aluno e, dependendo de como são feitas, podem facilitar a exemplificação de situações de risco no canteiro de obra”.

A proposição de um jogo digital para mediar a aprendizagem foi considerada interessante e válida pelos cinco sujeitos entrevistados. Pesquisadores como Alves (2008, 2013, 2016), Gee (2008), entre outros, apontam que estes ambientes se constituem em âmbitos semióticos que promovem a construção de sentidos e significados a partir de desafios; estes provocam e estimulam distintas funções executivas como o planejamento, a flexibilidade cognitiva e a memória de trabalho.

A indicação de aspectos importantes que envolvem o processo de desenvolvimento de um jogo digital foi apontado por 3 sujeitos, como, por exemplo: a definição do sistema de regras e *feedback*, sistema de avaliação, mecânica do jogo, interface, conteúdo, plataforma e cuidados. No que se refere aos cuidados, os sujeitos registram que as atividades desenvolvidas na sala não devem ficar restritas ao universo do jogo, mas criar espaço de diálogo entre o jogo, laboratórios, visitas técnicas, considerando que a aprendizagem deve ocorrer em diferentes espaços. Estes aspectos estão de acordo com os princípios apontados por Klopfer, Osterweil e Salen (2009) e Gee (2005) para o processo de concepção de um jogo com objetivos educacionais, onde os autores argumentam que os jogos devem possibilitar a discussão e a integração com outros ambientes para estimular a aprendizagem.

A avaliação e o *feedback* foram pontos de destaque. Estas preocupações sinalizaram uma consonância com o que a literatura vem apontando, isto é, a necessidade de evidenciar as aprendizagens mediadas pelos jogos. Alves e Coutinho (2016) organizaram o livro *Jogos Digitais e Aprendizagem - Fundamentos para uma Prática Baseada em Evidências*, que apresenta pesquisas realizadas no Brasil, Portugal e Espanha com sujeitos de distintas faixas etárias em ambientes de aprendizagem diversos. Os pesquisadores presentes nessa obra tomam como referência uma perspectiva quantitativa e

qualitativa, apontam resultados que evidenciam a aprendizagem mediada pelos jogos. Os sujeitos ao indicarem a questão de avaliação pontuaram também a necessidade de dar *feedbacks* contínuos ao aluno (jogador) se ele realmente aprendeu e aplicou os conceitos evidenciados no jogo.

De acordo com um dos entrevistados, as situações que podem ser identificadas e trabalhadas em um jogo para suas aulas deveriam envolver os seguintes pontos:

trabalho em altura, uso de cinto de proteção, instalação de linha de vida, uso de EPIs; trabalho com andaime, distância de fixação, ancoragem, montagem, escada; carregamento de peso, agachamento, postura e ergonomia; acidentes em geral, relacionados a parte elétrica, fundação, escavação; logística no canteiro de obras.

Três sujeitos comentaram sobre a dificuldade em realizar práticas durante o curso técnico de segurança do trabalho, ressaltando que o acesso ao ambiente da construção civil é difícil para pessoas em processo de formação ou até para profissionais que desejam se qualificar para atuar neste segmento, e que a utilização do jogo pode beneficiar o processo educacional, facilitando a visualização e exemplificação das mais diversas situações de risco que podem ocorrer em um ambiente de construção.

Para dois sujeitos o jogo proposto poderia ser utilizado durante todo o curso, disponibilizando as fases para os alunos de acordo com o avanço dos conteúdos vistos em sala de aula. Para eles, as fases do jogo deveriam seguir as etapas de uma obra, iniciando pelo processo de escavação e fundação até o trabalho em altura, com a utilização de andaimes e elevadores. Dessa forma seria possível sincronizar os conteúdos do curso referentes a NR 18 com as fases do jogo.

As informações obtidas nas entrevistas contribuíram para o processo de idealização do jogo, pois com a experiência que possuem, os entrevistados puderam explicar diversas situações que poderiam ser simuladas e que são difíceis de exemplificar para o aluno sem que ele se desloque para um ambiente real de um canteiro de obra.

As observações feitas pelos entrevistados nortearam a elaboração do GDD proposto para o jogo SafeSkill, dentre as quais pode-se destacar: as fases do jogo seguirão as etapas de um canteiro de obra, terá como referência a NR 18, simulação de

situações mencionadas, como escavação, trabalho em altura, acidentes de trabalho inerentes ao canteiro de obra, entre outras.

Dessa forma podemos entender que, no ponto de vista dos entrevistados, o jogo SafeSkill pode contribuir de forma significativa para o processo de formação de profissionais de segurança do trabalho para atuarem na indústria da construção civil, estando de acordo com as ideias de Gee (2008), Kebritchi et al. (2010), Prensky (2012), Savi e Ulbricht (2008), mencionadas no capítulo de Fundamentação Teórica deste trabalho, os quais defendem a aplicação dos jogos digitais no processo de ensino-aprendizagem, melhorando a dinâmica em sala de aula e atuando como agente motivador para o discente, além de serem capazes de trabalhar aspectos para além dos conteúdos curriculares do curso.

4.2 Pesquisa com os Alunos

Para dar mais subsídios para a elaboração do GDD e da modelagem do jogo SafeSkill, também escutamos os alunos através de questionário com questões fechadas e abertas, aplicado em duas turmas do curso Técnico em Segurança do Trabalho da unidade Centro de Formação Profissional Gustavo Paiva do SENAI Alagoas, chegando a um total de 31 alunos, que responderam ao questionário de forma voluntária. Ressaltamos que professores e alunos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme modelo encontrado no Apêndice 2 deste trabalho.

A proposta do jogo SafeSkill foi apresentada para os alunos antes de responderem o questionário, com o intuito de que conhecessem o projeto e pudessem contribuir para a concepção do jogo em suas ideias, sintonizando o projeto com interesses e demandas dos professores e alunos.

4.2.1 Análise dos dados obtidos

A faixa etária dos alunos entrevistados indica que mais de 50% possui menos de 20 anos de idade, o que caracteriza um público relativamente jovem, conforme mostra a Figura 5. De acordo com os estudos de autores como Nogueira e Galdino (2012) e Prensky (2012), este público possui uma maior familiaridade com a utilização de jogos digitais, o que permite envolvê-lo em um ambiente de constantes desafios, motivando-o a querer avançar e superar os obstáculos propostos pelo jogo.

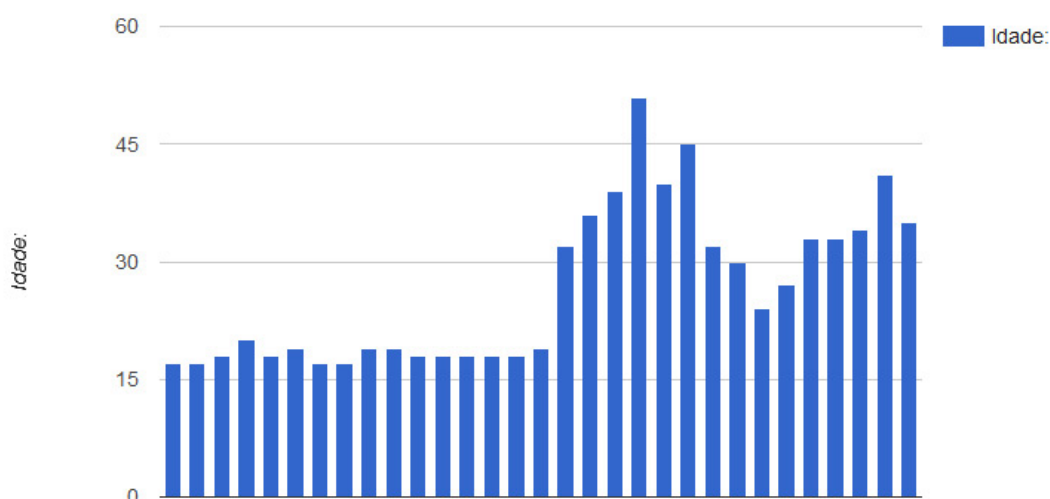


Figura 5: Faixa etária dos alunos entrevistados.
Elaboração própria.

Quando questionados sobre se utilizam recursos de informática no seu dia a dia, mais de 90% responderam que o fazem. Neste aspecto foram considerados como parte destes recursos computadores, *smartphones* e *tablets*. Em complemento a esses fatores, 51,6% os alunos também responderam que utilizam jogos digitais mais de 3 vezes por semana, e outros 12,9% disseram que jogam até 2 vezes semanalmente, chegando, assim, a um total de 64,5% de pessoas que utilizam jogos em seu dia a dia, pelo menos duas vezes por semana. Aqui são considerados os jogos para console, computador e dispositivos móveis, sejam eles educacionais ou de entretenimento. Logo, pudemos perceber que se trata de um público com um perfil favorável para interação com jogos digitais.

Os pontos registrados pelos alunos apontam um conhecimento preliminar de como funcionam os jogos digitais, conhecimento esse que deve ser considerado ao desenvolver o jogo SafeSkill e já discutido no capítulo 2 desta dissertação. Outro ponto interessante refere-se a plataforma que, para os sujeitos questionados, deve contemplar também os dispositivos móveis. Os dados da pesquisa mostram que 48,4% utilizam o celular para jogar e 38,7% usam o computador. Tal demanda sintoniza-se com o crescimento de uso de *smartphones*, que chegou a 168 milhões de aparelhos ativos no Brasil em maio de 2016 (MEIRELLES, 2016). Porém, como proposta inicial, o jogo será desenvolvido para computadores, levando em consideração as estruturas de laboratórios de informática pré-existentes nas instituições de ensino, possíveis parceiros do projeto. Por outro lado, será utilizado

um motor de jogo que possibilita adaptações posteriores para outras plataformas, como consoles e *smartphones* com sistema operacional Android e iOS.

A diversão atrelada a aprendizagem escolar, a criação de um ambiente de simulação que possibilite a imersão em uma área “tão complexa” como a construção civil, evitando a exposição a risco e acidentes, foi indicada por 8 sujeitos. Estes aspectos complementam o que foi dito anteriormente por Klopfer, Osterweil e Salen (2009) e Gee (2005), reforçando a necessidade de propor dinâmicas e mecânicas no ambiente do SafeSkill que permita experimentar, levantar e testar hipóteses de forma lúdica, prazerosa e segura, contribuindo para a formação dos profissionais de segurança do trabalho na construção civil, no caso dessa pesquisa.

Quando questionados se acham importante a criação de um jogo digital de segurança do trabalho para construção civil, 96,8% se mostrou favorável. Mais um dado é que 87,1% entende que um jogo deste tipo poderia melhorar sua formação como técnico de segurança do trabalho, e 93,5% acha que se sentiria mais estimulado a estudar e praticar seus conhecimentos. Estes dados reforçam os estudos de Prensky (2012) e Savi e Ulbricht (2008), que argumentam sobre os efeitos motivadores dos jogos digitais no processo educacional. Por fim, 80,6% dos alunos se sentiria mais preparado para realizar as atividades de técnico de segurança do trabalho em um ambiente real praticando antes seus conhecimentos em um jogo digital.

Outro aspecto encontrado é a percepção, por parte da maioria dos alunos (mais de 80%), de que a mediação de jogos digitais no processo de aprendizagem pode favorecer seu crescimento intelectual e motivá-los a desenvolver suas atividades durante o curso. Percepção essa que corrobora com as afirmações de Savi e Ulbricht (2008), que defendem que os jogos digitais quando aplicados na educação, podem favorecer aspectos que vão além dos conteúdos estudados, como: efeito motivador, desenvolvimento de habilidades cognitivas, socialização, coordenação motora, dentre outros.

E por fim, três alunos registraram que não se sentiriam à vontade para contribuir e comentar a proposta do jogo. Provavelmente, estes sujeitos não entenderam que a intenção era envolvê-los na construção do GDD e do modelo do jogo. Podemos supor também que talvez o desconhecimento e pouca interação com o universo dos

jogos digitais pode ter refletido nessa dificuldade de trazer ideias antes de existência de um projeto de jogo fechado.

Contribuição	Aplicação no GDD
Entrevista com Especialistas	
As fases do jogo seguirão as etapas de um canteiro de obra	As fases seguem o processo de uma construção, iniciando na demolição de um prédio antigo até o trabalho em altura
Ter como referência a NR 18	A fases do jogo são baseadas nos principais itens da NR 18. Usando a norma para o estabelecimento das regras
Simular situações de risco, como: escavação, trabalho em altura, acidentes de trabalho inerentes ao canteiro de obra, entre outras	Para cada uma das fases serão simuladas as situações de risco pertinentes às respectivas fases da obra e do jogo
Facilitar a visualização e exemplificação de situações de risco no canteiro de obra	Visualização gráfica 3D e estilo visual realista
Questionário com Alunos	
Mais de 50% possui menos de 20 anos de idade	Classificação etária a partir dos 14 anos
Utilizam o celular para jogar 48,4% e 38,7% usam o computador	Escolha de motor do jogo que permite adaptar o jogo feito para computador à <i>smartphones</i> e <i>tablets</i>
Total de 64,5% de pessoas que utilizam jogos digitais em seu dia a dia	Opção pela concepção de um jogo digital

Tabela 4: Contribuições dos especialistas entrevistados e alunos para o GDD. Elaboração própria.

Dessa forma, podemos entender que os alunos, possíveis jogadores do jogo proposto, se mostraram favoráveis a utilizá-lo, possuindo características etárias e comportamentais que possibilitam a aplicação deste tipo de tecnologia em sala de aula. Assim, os dados e indicadores aqui apresentados, em integração com a análise das entrevistas com os docentes especialistas em segurança do trabalho (apresentada anteriormente), contribuiram para a construção da proposta de GDD e modelagem do SafeSkill.

5 O SERIOUS GAME “SAFESKILL”

Esta seção do trabalho descreve as principais características propostas para o jogo SafeSkill e sua modelagem, com o intuito de fundamentar as escolhas feitas para o GDD, levando em consideração os conceitos que fundamentam este trabalho, apresentados no capítulo 2 desta dissertação. A versão completa do GDD do SafeSkill encontra-se no apêndice dessa dissertação.

Considerando a análise das entrevistas com os professores do SENAI Alagoas, do questionário respondido pelos alunos do curso Técnico de Segurança do Trabalho da mesma instituição e o estudo de jogos similares, podemos concluir que estes dados subsidiaram o desenvolvimento do GDD e a modelagem do SafeSkill, conforme características apresentadas a seguir.

5.1 Características Gerais do Jogo

O jogo SafeSkill tem como característica fundamental possibilitar a imersão do jogador no ambiente da construção civil, especialmente, em um canteiro de obra, com o intuito de que ele possa vivenciar as rotinas de trabalho deste local, em interação com NPCs *Non-Player Character* (Personagens Não Jogáveis), visando identificar situações de risco, intervindo, controlando e evitando-as.

A jogabilidade do SafeSkill será em seis fases, que seguirão os principais aspectos encontrados na Norma Regulamentadora nº 18, que estabelece diretrizes no processo da indústria da construção. Na primeira fase serão apresentados para o jogador os desafios relacionados com a etapa de demolição; na segunda fase será abordada a etapa de escavação, fundação e desmonte de rochas; a fase seguinte trata dos aspectos relacionados à carpintaria, armações de aço e estruturas de concreto; a quarta fase refere-se à construção de escadas, rampas e passarelas, tendo na quinta fase os assuntos ligados aos trabalhos em alturas. E por fim, na sexta e última fase, serão utilizados os desafios que tratam das questões de movimentação e transporte de materiais e pessoas.

O tempo total estimado para o jogo é de 180 minutos, somando os tempos individuais de cada fase. Porém o mesmo não necessita ser jogado de forma contínua, podendo cada uma das fases serem contempladas em momentos

diferentes. Será possível salvar o jogo em um determinado estágio e continuar jogando em outro momento a partir do estágio salvo para cada jogador.

O jogo também contará com uma minifase que será apresentada como desafio extra que não influencia na sequência principal do jogo. Será composta pelo processo de criação de um mapa de segurança do canteiro da obra, baseado na planta baixa da área da construção cenário principal do jogo.

Para a minifase não haverá tempo estimado para a jogabilidade, cabendo ao professor ou jogador, estabelecer o tempo para construção do mapa de risco da obra. Também haverá a possibilidade de salvar a minifase e continuar em outro momento a atividade que estava em execução.

5.1.1 Objetivos do jogo

O objetivo principal do SafeSkill é possibilitar ao jogador praticar a fiscalização e aplicação de forma correta dos principais aspectos encontrados na Norma Regulamentadora nº 18, que visa estabelecer diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção (BRASIL, 2015).

Espera-se que o jogador possa aplicar os conhecimentos aprendidos em sala de aula, além de poder vivenciar virtualmente a experiência de atuar na prática em um ambiente realista que proporciona a aplicação de normas de segurança, utilização de Equipamentos de Proteção Individual - EPI, planejamento de segurança de um canteiro de obra, entre outras ações atribuídas ao profissional de segurança do trabalho. Porém, sem expô-lo a riscos reais, tendo em vista que se trata de um profissional ainda em processo de formação ou em busca de se requalificar.

Os principais objetivos educacionais esperados com a utilização do SafeSkill são:

- compreender e fixar os conceitos aprendidos no curso referentes à segurança do trabalho para a construção civil;
- aplicar as normas de segurança do trabalho empregadas no segmento da construção civil;
- vivenciar a atuação profissional em um ambiente virtual isento de riscos à segurança do jogador.

Cada uma das fases terá objetivos específicos para o tipo de atividade que estará sendo realizada dentro do canteiro de obra. As seis fases estarão relacionadas com etapas do processo de construção contidos na NR 18 (BRASIL, 2015), cujos objetivos são apresentados a seguir:

- **Primeira fase: Demolição** - identificar irregularidades e situações de risco relativas ao processo de operação de marretas, martelotes pneumáticos e as atividades comuns de uma demolição.
- **Segunda fase: Escavações, fundações e desmonte de rochas** - nesta fase serão simuladas as atividades inerentes ao processo de escavação, operação de bate-estacas e martelete pneumático. O jogador deverá identificar e prevenir situações de risco para os operários que estarão desempenhando suas atividades no canteiro de obra.
- **Terceira fase: Carpintaria, armações de aço e estruturas de concreto** - será composta por três tipos de simulações, carpintaria, trabalho com armações de aço e montagem de estruturas de concreto. Objetiva verificar a aplicação correta das normas para esses tipos de atividades.
- **Quarta fase: Escadas, rampas e passarelas** - serão dois tipos de atividades desempenhadas nessa fase, a construção de escadas e a construção de rampas e passarelas provisórias. Objetiva verificar a aplicação da norma para a construção de escadas, rampas e passarelas provisórias e se suas condições estão de acordo as diretrizes estabelecidas na NR 18.
- **Quinta fase: Trabalhos em alturas** - serão simuladas, nesta fase, as situações de trabalho em andaimes e proteção contra quedas de altura. Tem como objetivo identificar se as normas estão sendo aplicadas corretamente na prevenção contra quedas nas extremidades do edifício ou pelos vãos de transporte vertical;
- **Sexta fase: Movimentação e transporte de materiais e pessoas** - simulação de dois tipos de situações da obra, movimentação e transporte de materiais e movimentação e transporte de pessoas. Tem o objetivo de verificar se as condições dos elevadores e sua operação estão de acordo com as especificações da norma.

Todas as seis fases possuirão objetivos gerais que serão avaliados conjuntamente com os objetivos específicos apresentados acima, dentre os quais podemos

destacar: identificar e registrar se os trabalhadores (NPCs) estão usando os Equipamentos de Proteção Individual - EPI corretos para as atividades que desempenham; verificar se as condições de trabalho estão adequadas e de acordo com as normas, tomando as medidas corretivas caso sejam identificadas irregularidades; verificar se a operação das máquinas e equipamentos está de acordo com as normas de segurança, e caso identifique anormalidades, notificar o trabalhador e orientá-lo na operação segura do equipamento.

Os objetivos traçados acima simulam parte das atividades que são desempenhadas por um profissional de segurança do trabalho que atua no segmento da construção civil. Esta característica está de acordo com alguns dos princípios apresentados no capítulo 2, defendidos por Klopfer, Osterweil e Salen (2009) e Gee (2008), que sugerem aspectos no processo de concepção de um *serious game*, tais como: definir as metas de aprendizagem, encontrar o jogo no conteúdo, aproveitar o grande aprendizado de habilidades dos jogos e conectá-lo com conteúdo, informação sob demanda, sentidos contextualizados, entre outros. No apêndice desta dissertação serão encontrados, de forma detalhada, os objetivos educacionais propostas para cada uma das fases do jogo.

5.1.2 Público-alvo

O público-alvo do SafeSkill são os estudantes dos cursos Técnicos de Segurança do Trabalho das instituições de ensino profissionalizante, alunos de Engenharia de Segurança dos cursos superiores de faculdades e universidades, além de profissionais de segurança do trabalho que já atuam no mercado e desejam fazer uma atualização de conhecimentos e práticas em relação a sua atuação no segmento da indústria da construção civil.

Como visto no capítulo 4 deste trabalho, o perfil de parte significativa dos alunos (mais de 50%) do curso técnico de Segurança do Trabalho é de jovens com menos de 20 anos de idade. Segundo Nogueira e Galdino (2012), ensinar por meio de jogos digitais permite envolver o jogador (estudante) em um ambiente de constantes desafios, o que o faz querer avançar e superar os obstáculos propostos pelo jogo, se ajustando ao perfil dos jovens contemporâneos.

Outra vertente de aplicação do jogo será em empresas do segmento de segurança do trabalho e da construção civil, com o objetivo de requalificar e aprimorar os

conhecimentos dos seus colaboradores, tanto os que atuam diretamente com segurança do trabalho como os que atuam em atividades que requeiram um maior conhecimento dos procedimentos de segurança em seu ambiente de trabalho. Segundo Donovan (2012), jogos e simuladores podem aumentar a segurança e reduzir consideravelmente os custos no processo de capacitação e treinamento no âmbito organizacional.

5.1.3 Classificação etária

O jogo será direcionado para pessoas com idade mínima de 14 anos, tendo em vista os sujeitos dessa investigação, conforme visto no capítulo 4 deste trabalho. Porém, não haverá restrições de uso desde que a instituição que utilizar do jogo, entenda que os conhecimentos e atividades nele contidos sejam apropriados para pessoas com idade menor que 14 anos.

Por se tratar de um game voltado para a prática e ressignificação de conceitos de segurança do trabalho na construção civil, aprendidos em sala de aula, caberá ao professor selecionar o momento adequado para interagir com o jogo durante o andamento do curso, levando em consideração os conhecimentos adquiridos pelos alunos e a adequação do game aos conteúdos vistos até o momento de sua mediação.

5.2 Características Técnicas do Jogo

5.2.1 Ponto de visualização (*point of view*)

O tipo de ponto de visualização escolhido para o jogo SafeSkill é o de terceira pessoa, isto é, com uma câmera fixa a uma determinada distância das costas da personagem principal, acompanhado no sentido de rotação e movimentação em geral, mantendo sempre a mesma distância. Em algumas ocasiões, o ponto de vista poderá ser modificado para o de primeira pessoa em situações que seja necessária uma visão mais próxima do cenário, dos objetos manipulados pela personagem principal ou na interação com NPCs.

A escolha do tipo de ponto de visualização de terceira pessoa se dá pela intenção de criar empatia entre a personagem principal e o jogador, segundo alguns autores reconhecidos que abordam a temática do *game design* como Adams (2014), Perry e DeMaria (2009), Schell (2014), entre outros, este ponto de vista é o mais indicado para jogos que objetivam a exploração do ambiente, facilitando a visualização da

personagem principal, do cenário e dos objetos nele contidos, por meio do uso de uma câmera mais aberta. Também é atribuída a esta perspectiva maior identificação entre o jogador e seu avatar¹, tendo em vista que em outros pontos de vista, como os de primeira e segunda pessoa, não é possível a visualização da personagem que representa o jogador dentro do jogo.

5.2.2 *Visualização gráfica e estilo visual*

A visualização gráfica utilizada no SafeSkill será a tridimensional ou 3D, possibilitando buscar maior realismo na modelagem do ambiente, dos objetos e das personagens que representaram os operários da construção civil. O intuito é proporcionar a imersão do jogador em um ambiente com estilo visual realista, onde ele possa presenciar os mais variados tipos de ocorrências de riscos à saúde e segurança dos trabalhadores.

Segundo Rouse III (2010) e Adams (2014), os jogos desenvolvidos com visualização gráfica 3D, possibilitam maior realismo na caracterização do ambiente e dos elementos que constituem o jogo, além de permitirem maior liberdade para o jogador explorar o espaço no controle do seu personagem dentro do game. Os mesmos autores evidenciam ainda que, em associação com visualização de terceira pessoa, os gráficos 3D podem passar uma sensação de imersão aprimorada para o jogador.

5.2.3 *Gênero do jogo*

O gênero escolhido para o jogo é o de simulação, onde o jogador irá realizar atividades que simulam ações que devem ser executadas por um profissional de segurança do trabalho dentro do ambiente da construção civil. A proposta é que o personagem do jogador possa imergir nessa atmosfera, permitindo que ele interaja com os NPCs, equipamentos, máquinas e com o ambiente virtual, exercitando os conhecimentos obtidos nos cursos Técnico de Segurança do Trabalho ou Engenharia de Segurança.

No ponto de vista de Lee, Karlova e Clarke (2014), os jogos de simulação possuem a intenção de criar experiências de atividades do mundo real no ambiente do jogo.

¹ A indústria de jogos usa o termo avatar para se referir a uma personagem do jogo que representa o protagonista sob o controle do jogador (ADAMS, 2014).

Isto é o que se espera alcançar com o SafeSkill: proporcionar para o aluno um ambiente virtual onde ele possa praticar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, sem estar exposto a situações de risco a sua saúde e segurança.

Ainda, segundo Perry e DeMaria (2009), são atribuídas aos jogos de simulação as seguintes características: a ausência de metas fixas ou finais, importância do realismo, atenção aos detalhes, controle do ambiente e objetos, ferramentas e itens para jogabilidade, entre outras. Tais atributos estão de acordo com as propostas presentes no GDD do SafeSkill.

O SafeSkill também pode ser considerado como do gênero de estratégia, onde o jogador irá interagir com o ambiente, máquinas, equipamentos e NPCs, com o intuito de obter os resultados esperados para cada uma das fases. Os jogos de estratégia se caracterizam pelo processo de tomada de decisão durante o jogo, onde os resultados não dependem de aleatoriedade, mas sim das ações executadas pelo jogador (LEE; KARLOVA; CLARKE, 2014).

5.2.4 Plataforma de destino e requisitos de hardware

Os resultados analisados no capítulo 4 deste trabalho mostraram que 48,4% dos alunos costumam utilizar o celular para jogar e 38,7% usam o computador. Porém, tendo em vista que o SafeSkill tem como foco as instituições de ensino profissionalizante e superior, o jogo será produzido, inicialmente, para ser executado em computadores, facilitando a sua implementação em tais instituições, podendo ser instalado em laboratórios pré-existentes, não havendo a necessidade de grandes investimentos em novos computadores, específicos para jogos digitais.

Os requisitos de hardware para a instalação do jogo não exigirão a utilização de computadores de última geração, pois a plataforma onde o jogo será desenvolvido (Unity 3D), possibilita a utilização de configurações de hardware mais básicas, não exigindo grandes investimentos em computadores mais robustos, havendo a possibilidade de suplementação dos hardwares com placas gráficas que deem suporte para jogos 3D. Inicialmente, o jogo será desenvolvido para ser executado no Sistema Operacional Windows a partir da versão 7, podendo, posteriormente, ser geradas versões para outros sistemas operacionais.

5.2.5 Licença de uso

Por se tratar de um projeto que será desenvolvido com financiamento do SENAI Alagoas, o jogo possuirá uma licença de uso comercial, sendo caracterizado como um software proprietário, ou seja, a distribuição, modificação e manutenção do jogo será de responsabilidade dos desenvolvedores (COSTA; SANTANA; ALMEIDA, 2014).

O desenvolvimento de um jogo da complexidade que se deseja obter com o SafeSkill, requer investimentos, em máquinas, softwares, equipe e diversos elementos envolvidos na criação de um *game* dessa magnitude, sendo assim, a comercialização do jogo pode ser uma alternativa para justificar os investimentos empregados e tornar possível a sua implementação.

5.3 Modelagem do Jogo

A UML - *Unified Modeling Language* ou Linguagem de Modelagem Unificada é uma linguagem que utiliza aspectos visuais para documentar, especificar e construir elementos de sistemas, sejam eles do mundo real ou relacionados aos softwares. Teve origem na indústria de software e por ter sido bem-sucedida acabou sendo aplicada em outras esferas industriais. Sua finalidade é possibilitar a representação gráfica de domínios de uma forma geral, como: saúde, finanças, telecomunicações, softwares e etc. (FILES, 2010).

Neste trabalho, a UML será utilizada para representar a modelagem proposta para o SafeSkill, utilizando o diagrama de arquitetura, que representa as camadas e os componentes que constituirão o jogo, o diagrama de fluxo que dá uma visão ampla do fluxo principal do game e, por fim, o diagrama de caso de uso, que demonstra a interação dos usuários com o jogo e seus componentes.

5.3.1 Arquitetura do jogo

A arquitetura de software ou game é uma especificação abstrata do funcionamento do software em termos de componentes que se interconectam. O diagrama de arquitetura de software tem a função de mostrar como estes componentes estão interligados ou interconectados de maneira a interagir e cooperar entre si (BEZERRA, 2015).

A Figura 6 representa a arquitetura proposta para o jogo SafeSkill, mostrando a camada de lógica, constituída pelas classes e objetos desenvolvidos em C#, linguagem nativa do

ambiente de desenvolvimento proposto, que possibilitarão criar as regras e algoritmos do jogo. Outra camada é a dos *frameworks* do motor de desenvolvimento de jogos Unity 3D, composto pelos módulos: gráfico, físico, animação e de áudio. Tais módulos facilitam o processo de criação do jogo dando maior agilidade.

A camada de dados é representada pelo armazenamento em arquivos em formato JSON², possibilitando a continuação de fases e que o jogador possa retornar para o jogo de onde parou da última vez que jogava. Por fim, a camada de saída de dados, onde serão gerados relatórios em formato HTML para facilitar as avaliações realizadas pelos professores do desempenho do jogador.

É importante ressaltar que essa é uma visão em alto nível do projeto, dando destaque aos principais componentes. Porém, no decorrer do desenvolvimento, outros elementos podem ser demandados ou surgirão subitens dentro das partes exibidas na figura abaixo:

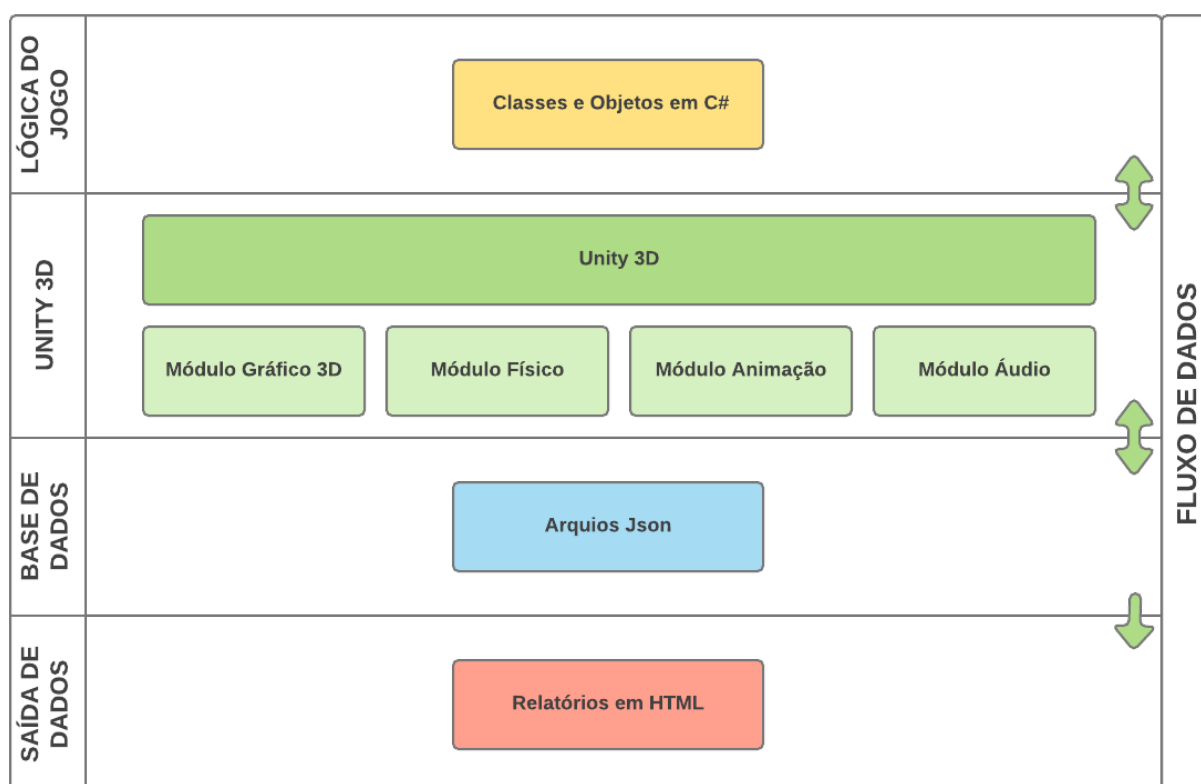


Figura 6: Diagrama da arquitetura do jogo SafeSkill.
Elaboração própria.

² JSON (JavaScript Object Notation) é um formato leve de intercâmbio de dados. Tem como vantagem possibilitar que os seres humanos leiam, escrevam e também facilita que as máquinas analisem e gerem arquivos neste formato.

5.3.2 Diagrama de fluxo do jogo

O diagrama a seguir representa o fluxo principal do jogo e as transições entre seus componentes e fases conforme descrito no item Fluxo do Jogo contido no GDD, encontrado no apêndice deste trabalho.

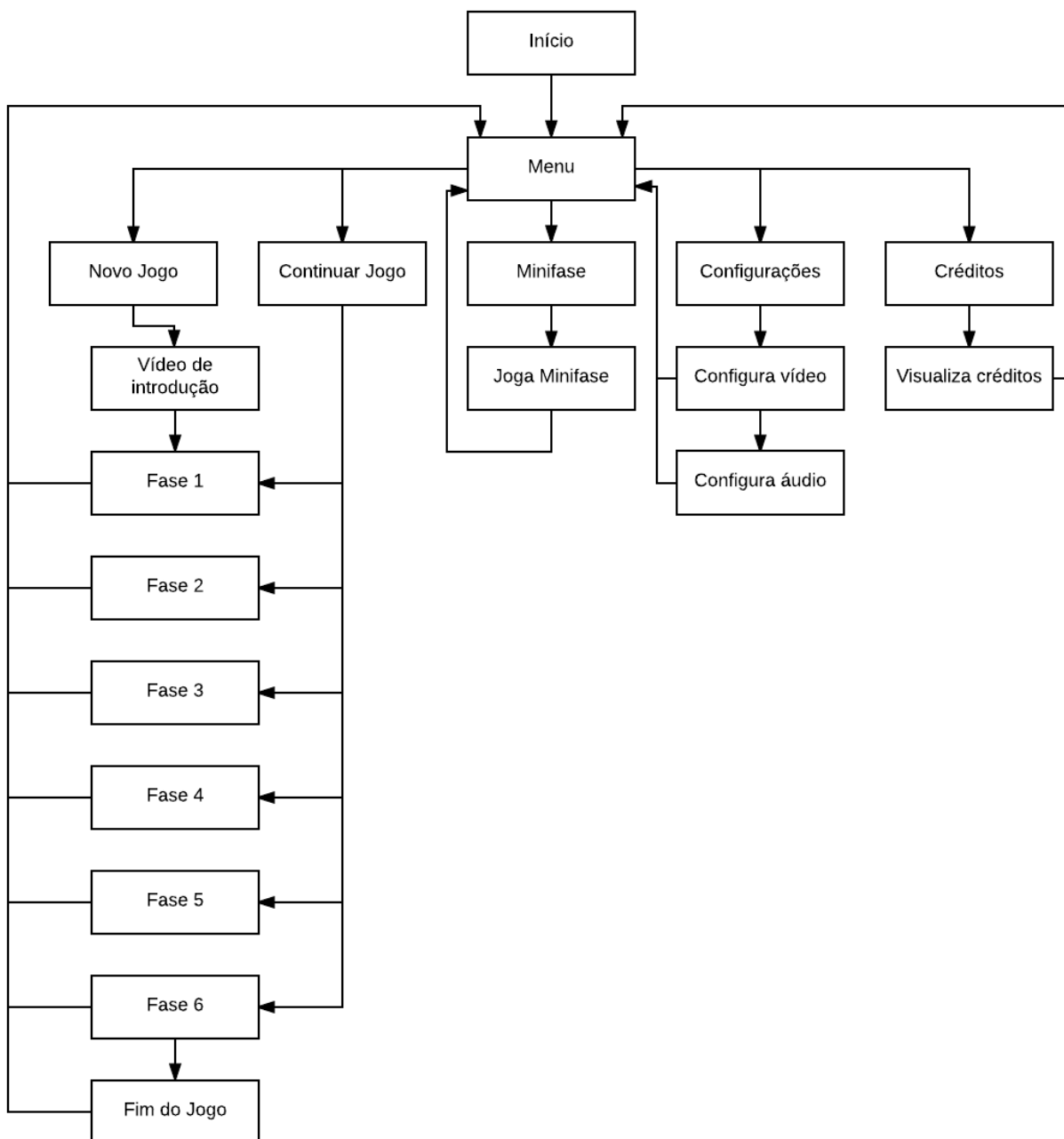


Figura 7: Diagrama de fluxo do jogo SafeSkill.
Elaboração própria.

5.3.3 Diagrama de caso de uso

O diagrama de caso de uso documenta as ações do sistema do ponto de vista do usuário. Em outras palavras, descreve as principais funções e a interação delas entre si e com os usuários. Nesse diagrama não são aprofundados os detalhes técnicos que dizem como o sistema irá realizar cada uma das ações, mas exibe uma visão global das funcionalidades (BEZERRA, 2015).

A seguir é apresentado o diagrama de caso de uso que representa as interações entre os usuários e os componentes do jogo SafeSkill, que demonstra os dois atores que poderão interagir com o game. O Aluno possui uma ramificação maior de alternativas, tendo acesso ao menu do jogo e a partir dele podendo selecionar as opções: Minifase, Configurações, Créditos, Continuar jogo e Começar novo jogo, e todos os seus subitens. Já a opção disponível para o Professor dará acesso aos relatórios de desempenho de cada um dos alunos que utilizaram o jogo anteriormente.

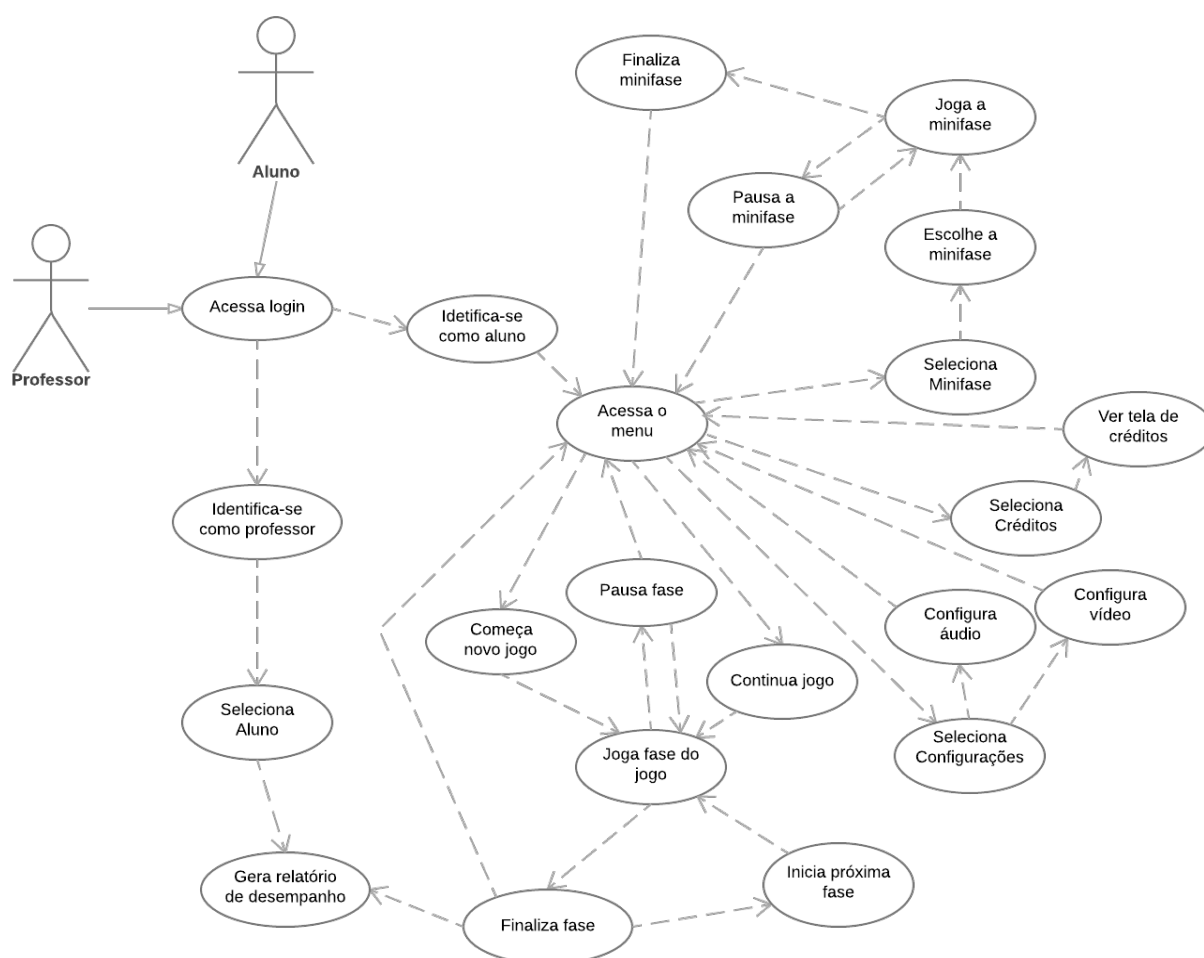


Figura 8: Diagrama de caso de uso do jogo SafeSkill.
Elaboração própria.

5.4 Modelo de Processo de Desenvolvimento

O desenvolvimento de um *serious game*, assim como de um jogo de entretenimento, requer a estruturação de uma equipe multidisciplinar, com o intuito de favorecer o processo de criação do jogo. Os profissionais ligados a construção dos conteúdos que devem ser passados para o jogador precisam estar em constante interação com a equipe de *design* e programação, propiciando um equilíbrio entre características visuais, tecnológicas e pedagógicas (ZYDA, 2005).

Dentro desta perspectiva, a utilização de uma metodologia de desenvolvimento ágil e iterativa, pode contribuir para um processo de criação que se enquadra às características evidenciadas acima, equilibrando aspectos técnicos e pedagógicos do jogo. Dessa forma, propõe-se para o desenvolvimento do SafeSkill a utilização da metodologia SCRUM de desenvolvimento ágil de software, devidamente adaptada para a construção de um *serious game*.

Dentro das características do SCRUM, apresentadas anteriormente no item 2.5.1 do capítulo de Fundamentação Teórica, propõe-se a definição dos papéis que devem fazer parte da equipe de execução do projeto, conforme tabela a seguir:

Papel SCRUM	Descrição	Perfil Profissional
Product Owner	Representa o demandante do projeto e tem entendimento das características gerais do produto. Responsável por especificar o Product Backlog, que é uma lista que contempla os requisitos para o desenvolvimento do jogo, como: funcionalidades, regras, sistema de pontuação, entre outros (KNIBERG, 2015).	Game Designer Auxiliado por: <ul style="list-style-type: none"> • Especialistas em segurança do trabalho • Pedagogos e professores • Potenciais usuários do jogo
Scrum Master	Tem a função de atuar como um facilitador para a Equipe de Desenvolvimento, evitando que impedimentos ocorram durante a execução do Sprint, que é um ciclo de entrega de funcionalidade do projeto em desenvolvimento num período pré-determinado (KNIBERG, 2015).	Gerente de Projeto
Equipe de Desenvolvimento	São as pessoas que irão desenvolver o jogo de fato. Composta por funções diversas dentro do escopo do projeto (SILVA; SOUZA; CAMARGO, 2013).	Equipe multidisciplinar: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de sistemas • Designer 3D • Programador • Artista ilustrador • Designer de interface • Sound Designer • Redator • Testador

Tabela 5: Proposta de papéis para o desenvolvimento do jogo.
Elaboração própria.

É comum no processo de desenvolvimento de softwares ou games a adaptação de recursos, sejam humanos ou tecnológicos. Assim, durante a implementação do jogo, uma mesma pessoa poderá assumir mais de um perfil profissional, acumulando atividades na equipe de desenvolvimento, como: analista de sistemas e programador, ou designer 3D e designer ilustrador, entre outras combinações. Este tipo de comportamento é comum em projetos desenvolvidos por equipes enxutas (KNIBERG; SKARIN, 2010).

5.5 Tecnologias Envolvidas

Nesta subseção serão apresentadas as tecnologias propostas a serem utilizadas para o desenvolvimento do jogo SafeSkill, evidenciando suas características e os motivos pelos quais foram escolhidas para o projeto.

5.5.1 Modelagem 3D, animação, mapas e texturas

Para a modelagem 3D, desenvolvimento de animações e aplicação de mapas e texturas, propõe-se a utilização de tecnologias estabelecidas no mercado mundial na criação de objetos, personagens e cenários para jogos digitais, como: Autodesk 3DS Max, Autodesk Maya e Pixologic ZBrush.

São softwares profissionais utilizados por diversos estúdios de desenvolvimento de games no mundo. O 3DS Max é um dos precursores da modelagem 3D e ainda um dos líderes de mercado no segmento (CARDOSO, 2015). Neste projeto propõe-se sua utilização na modelagem 3D de elementos do jogo, como: ambiente (o canteiro de obras), o edifício em construção, máquinas, equipamentos, acessórios das personagens, ou seja, em todos os objetos que possuem características geométricas existentes no jogo. Além disso, recomenda-se que seja usado como o software para aplicação de mapas, texturas e animações em todos os elementos 3D, por possuir ferramentas apropriadas para essas atividades e qualidade reconhecida.

Para a modelagem das personagens, recomenda-se a utilização em conjunto do Maya e ZBrush, por serem softwares aconselhados para a criação de objetos que possuem aspectos orgânicos, tendo recursos e ferramentas direcionados para esse tipo de modelagem 3D (PATNODE, 2012).

5.5.2 *Imagens, ilustrações e áudio*

Para o tratamento de imagens, criação de ilustrações e edição de áudio, recomenda-se a utilização do Adobe Creative Cloud. Trata-se de um pacote de softwares desenvolvidos e mantidos pela Adobe Systems Incorporated. São ferramentas digitais líderes de mercado, que possuem recursos para a elaboração de diversos tipos de artigos digitais, como: edição de imagens, criação de ilustrações, edição de vídeo, edição de áudio, entre outros (CHAVEZ, 2013).

A escolha pelo Adobe Creative Cloud tem como motivação principal a integração entre os softwares da plataforma, possibilitando trabalhar aspectos diferentes do mesmo projeto no software correspondente, sem que haja conflitos ou perda de produtividade.

5.5.3 *Motor do jogo*

Para o desenvolvimento do jogo em si, é necessário a utilização de um motor de jogo, *game engine* em inglês. Trata-se de um software que fornece diversas funcionalidades pertinentes ao processo de criação de um jogo digital (GOUSSENCOURT; BERTOLINO, 2015), como:

- **Motor gráfico:** responsável pelo tratamento e exibição dos gráficos 2D e/ou 3D do jogo, realizando processamento em tempo de execução;
- **Motor de física:** cuida da simulação da física existente no ambiente do game, como a força da gravidade, colisão entre objetos e outras;
- **Motor de lógica:** interface para o desenvolvimento e gerenciamento de linguagens de programação que irão criar as regras e a lógica do jogo;
- **Suporte a objetos 3D, animações e sons:** o software deve permitir a importação de elementos externos que farão parte da composição do jogo;
- **Plataforma e performance:** cabe a *game engine* a função de gerenciar a compatibilidade do jogo com a plataforma onde ele será executado, além de gerir seu desempenho.

Tendo em vista os aspectos relacionados acima, é proposto que seja utilizado para esse projeto o motor de jogo Unity 3D, um dos softwares líderes da indústria de games, com mais 238 mil títulos desenvolvidos e mais de 1,7 bilhões de aparelhos móveis executando jogos feitos com Unity 3D (UNITY, 2016). Além de dar suporte para diversas plataformas de saída, como dispositivos móveis com Android, iOS;

consoles como PlayStation, Xbox, Wii, entre outros; e computadores em diversos sistemas operacionais, como Windows, Linux e Macintosh.

Dessa forma, o motor Unity 3D possibilita que posteriormente o jogo SafeSkill possa ser disponibilizado para outras plataformas além do computador, flexibilizando sua utilização e atingindo novos usuários.

5.5.4 Adaptação de recursos tecnológicos

A gestão de recursos tecnológicos nas organizações vem avançando no sentido de otimizar a aplicação de recursos financeiros na utilização de ferramentas de software com custos reduzidos ou gratuitas, tendo em vista a disponibilidade no mercado de softwares livres cada dia mais eficientes e cumprindo seu propósito tão bem, ou em alguns casos, melhor que softwares proprietários (EVANGELISTA, 2014).

Esta maneira de pensar abre uma perspectiva para possibilidade de utilização de softwares livres no desenvolvimento do SafeSkill, em substituição aos softwares proprietários apresentados anteriormente. Porém, é importante ressaltar que os softwares sugeridos objetivam propiciar a utilização de ferramentas líderes de mercado, que possuem qualidade reconhecida por diversos clientes que trabalham com o desenvolvimento de jogos digitais, proporcionado maior produtividade e qualidade para o projeto.

Por se tratar de um projeto em fase inicial e ainda não ser conhecida a disponibilidade de recursos financeiros para o seu desenvolvimento, fato esse que pode impactar na aquisição dos softwares e equipamentos necessários, fica aberta a possibilidade de integrar ao projeto ferramentas de softwares livres que atendam às necessidades identificadas durante a criação do jogo.

6 CONCLUSÕES

Os jogos digitais são um produto de mídia que vem crescendo de forma significativa nos últimos anos e sua utilização tem sido feita não só com o intuito de entretenimento. Outros mercados têm visto nos games instrumentos importantes, como ferramentas de *marketing* para conquistar novos clientes, na formação de colaboradores pelas corporações ou no processo educacional, seja ele no ensino básico, tecnológico ou superior (BALADEZ, 2012).

Dentro desse cenário, como visto neste trabalho, surgem os *serious games*, utilizados com o intuito de transmitir conhecimentos, buscando proporcionar o desenvolvimento de habilidades que vão além dos conteúdos explícitos e trazendo uma abordagem diferente para o processo de ensino-aprendizagem.

Investigando o processo educacional dos cursos de Técnicos de Segurança do Trabalho desenvolvidos pelo SENAI Alagoas, pôde-se identificar a dificuldade em oferecer para o aluno práticas relacionadas à aplicação das normas de segurança do trabalho, principalmente as ligadas aos processos da construção civil.

Levando tais fatos em consideração, este trabalho teve por objetivo geral propor um Documento de Game Design e a modelagem de um *serious game*, o SafeSkill, para a prática dos conhecimentos de segurança do trabalho no segmento industrial da construção civil, proporcionando para os estudantes e profissionais desta área a possibilidade de vivenciar, mesmo que de forma virtual, diversas situações de risco à saúde do trabalhador possível de ocorrer em um canteiro de obra. Considera-se esse objetivo alcançado, tendo como resultado o GDD encontrado no apêndice dessa dissertação.

Também foram traçados objetivos específicos para esta pesquisa, os quais podem ser considerados alcançados, pois durante o percurso, foram identificados os jogos digitais existentes no mercado relacionados à segurança do trabalho para a construção civil, por meio do estabelecimento do estado da arte; foram analisadas e utilizadas como referência para o projeto as Normas Regulamentadoras que normatizam a segurança do trabalho na construção civil; foram identificados os atributos necessários para o desenvolvimento do GDD, por meio da realização de entrevistas com especialistas em segurança do trabalho para a construção civil e aplicação de questionário junto a um grupo de alunos dos cursos de segurança do

trabalho, os quais contribuíram de forma significativa para a concepção do projeto; e por fim, foram sugeridas as ferramentas computacionais e a metodologia de desenvolvimento ágil para a implementação do jogo proposto.

Este estudo mostrou que a utilização de *serious games* na educação está em crescimento, com pesquisas sendo realizadas em distintas partes do mundo e os jogos digitais podem se constituir em uma alternativa para tornar o processo educacional dinâmico e interativo para a geração atual e futuras gerações.

Outra contribuição desta pesquisa é o fomento do desenvolvimento de jogos digitais com finalidades educacionais, ampliando os conhecimentos desta área e criando possibilidades para novos estudos, na busca de tornar os *serious games* elementos presentes no dia a dia do processo de ensino-aprendizagem, seja nas escolas, instituições de ensino profissionalizante, universidade ou organizações.

Em relação a segurança do trabalho para a construção civil, foi possível identificar a necessidade de novas formas de proporcionar para as pessoas em processo de formação, neste segmento, a prática necessária para atuar no mercado de trabalho, combinando tecnologias e processos educacionais com o intuito de subsidiar os conhecimentos requeridos para sua atuação profissional. Neste sentido, os *serious games*, conjuntamente com as práticas educacionais, podem propiciar um ambiente favorável para ressignificação e consolidação dos conceitos vistos em sala de aula.

Esta pesquisa contribui para a área de segurança do trabalho no sentido de possibilitar para os profissionais desse segmento novas maneiras de praticar seus conhecimentos, tornando sua formação ou requalificação mais embasada e segura no que diz respeito às experiências práticas na aplicação de Normas Regulamentadoras e legislações para a indústria da construção civil.

Tendo em vista a complexidade envolvida no processo de concepção de um jogo digital educacional, foi necessário investigar os aspectos tecnológicos e pedagógicos que influenciam no desenvolvimento de um *serious game*, sendo preciso aprofundar os conhecimentos e fundamentar as escolhas feitas para o GDD proposto, estabelecendo um referencial teórico que apresenta modelos, estudos e conceitos importantes para a criação deste trabalho, características essa condizentes com uma pesquisa de mestrado.

Uma formação mais sintonizada com as exigências atuais dos profissionais de segurança do trabalho pode proporcionar melhorias nos processos, nas tecnologias e na gestão das atividades desempenhadas na indústria da construção civil, criando um ambiente mais produtivo e seguro, reduzindo custos com indenizações e, principalmente, preservando a saúde e a vida dos trabalhadores deste segmento.

E por fim, a conclusão dessa pesquisa dá continuidade ao processo de investigação e desenvolvimento de jogos digitais que vem sendo realizado no SENAI Bahia (ver página 16) e abre esse campo no SENAI Alagoas.

6.1 Trabalhos Futuros

Como indicação de trabalho futuro, temos a implementação do jogo SafeSkill, seguindo o modelo proposto neste trabalho, buscando utilizar as características aqui estudadas como norteadoras para o desenvolvimento do projeto. Obviamente, podem surgir neste percurso necessidades de adaptações e a inclusão de novos conteúdos, trazendo maior enriquecimento para o jogo.

Outra proposta para o futuro é a análise da aplicação do jogo e a identificação das suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem de estudantes e profissionais do segmento de segurança do trabalho que atuam ou pretendem atuar no setor industrial da construção civil. Além do desenvolvimento de instrumentos de análise e a avaliação das contribuições do jogo.

Uma abordagem que pode ser expandida no jogo é o desenvolvimento de novas fases e minifases, propiciando ampliação dos conhecimentos enfatizados no game, dando assim maior abrangência de conteúdos e possibilidades de situações de risco que podem ser identificadas. Também fica aberta a possibilidade do jogo SafeSkill ser disponibilizado para outras plataformas, além dos computadores, como: consoles e dispositivos móveis.

Também pode ser estudada a possibilidade de desenvolver jogos semelhantes aplicados em outros segmentos industriais e utilizando outras NRs como referência, como as aplicadas no setor naval, estabelecimentos de saúde, espaços confinados, portuário, combate a incêndio entre outras.

6.2 Limitações

Este trabalho limitou-se a desenvolver o Documento de Game Design e a modelagem de um *serious game*, tendo como tema a segurança do trabalho no segmento industrial da construção civil, utilizando como referências as diretrizes encontradas na Norma Regulamentadora nº 18, os conhecimentos empíricos dos professores especialistas entrevistados e as informações obtidas por meio dos questionários aplicados com um grupo de alunos de segurança do trabalho.

A implementação de recursos computacionais como Inteligência Artificial, *Machine Learning*, entre outros, fica como proposta de aprofundamentos futuros no processo de desenvolvimento e implementação do jogo SafeSkill, tendo em vista que essas tecnologias podem ser melhor analisadas e trabalhadas nas ações de codificação das regras e jogabilidade do projeto.

Não fazia parte do objetivo deste trabalho a implementação, aplicação e avaliação do jogo proposto, sendo estas etapas do projeto deixadas como sugestão de trabalhos para serem realizados no futuro.

6.3 Considerações Finais

A mediação dos jogos digitais na educação é uma alternativa para fomentar a inovação no processo educacional. Porém, é importante ressaltar que os *serious games* não excluem a necessidade de práticas reais, principalmente na formação técnico-profissionalizante, onde a habilidade profissional é um dos fatores essenciais. Entendemos que a intersecção entre os jogos e as práticas reais são a alternativa adequada para proporcionar maior tempo de formação e reduzir os custos com suprimentos e aspectos logísticos que envolvem a educação profissional.

Dessa forma, podemos entender que o objeto deste estudo, o *serious game* SafeSkill, contribui para trazer melhores condições para a formação de alunos e profissionais de segurança do trabalho que pretendem atuar ou já atuam no segmento industrial da construção civil.

REFERÊNCIAS

- ABT, Clark C. **Serious games**. Nova York: University Press of America, 1987. 196p. ISBN: 0819161489.
- ADAMS, Ernest. **Fundamentals of game design**. 3ª ed. San Francisco: New Riders, Pearson Education, 2014. 560p. ISBN: 0321929675.
- ADDISON, Angela et al. **The importance of engaging engineering and construction learners in virtual worlds and serious games**. London: CONVR 2013, 2013. p. 448-457.
- ALBINO, Raphael Donaire; DE SOUZA, Cesar Alexandre; PRADO, Edmir Parada Vasques. **Benefícios Alcançados por Meio de um Modelo de Gestão Ágil de Projetos em uma Empresa de Jogos Eletrônicos**. Revista de Gestão e Projetos - GeP, 2014. p. 15-27.
- ALVES, Lynn Gama. **A cultura lúdica e cultura digital: interfaces possíveis**. Salvador: Revista entreideias - educação, cultura e sociedade, 2014. p. 101-112.
- ALVES, Lynn; COUTINHO, Isa de Jesus. **Jogos Digitais e Aprendizagem. Fundamentos Para Uma Prática Baseada em Evidências**. Edição 1ª. Salvador: Papyrus, 2016. 320p. ISBN: 9788544901489.
- ALVES, Lynn. **Games e Educação: Desvendando o Labirinto da Pesquisa**. Salvador: Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade, 2013. p. 177-186.
- AZEVEDO, Eduardo et al. **Desenvolvimento de jogos 3D e aplicações em realidade virtual**. São Paulo: Campus, 2005. 334p. ISBN: 8535215697.
- BALADEZ, Fabio. **O passado, o presente e o futuro dos simuladores**. São Caetano do Sul: FaSci-Tech, 2012. p. 29-40.
- BALASUBRAMANIAN, Nathan; WILSON, Brent G. **Games and simulations**. University of Colorado: ForeSITE, 2006. p. 10-18.
- BARBIER, René. **A escuta sensível na abordagem transversal**. In BARBOSA, Joaquim (Coord). *Multirreferencialidade nas Ciências e na Educação*. São Carlos: Editora da UFSCar, 1998. p.168-199.
- BARROS, Carlos Juliano. **As condições de trabalho na construção civil**. São Paulo: Repórter Brasil, 2014. 7p.
- BATTAIOLA, André L. **Jogos por computador–histórico, relevância tecnológica e mercadológica, tendências e técnicas de implementação**. Anais da XIX Jornada de Atualização em Informática. Proceedings. Curitiba: SBC, 2000. p. 83-122.
- BEAVIS, Catherine. **Games as text, games as action: Video Games in the English Classroom**. Journal of Adolescent & Adult Literacy, 2014. p. 433-439. ISSN: 1936-2706.
- BENITE, Anderson Glauco. **Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho para empresas construtoras**. Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 2004.

BERG, Hovard Alexander. **The Computer Game Industry**. Norwegian University of Science and Technology, Department of Telematics, 2010.

BERGERON, B. P. **Developing Serious Games**. Game Development Series. Massachusetts: Charles River Media. Inc., 2006. 452p. ISBN: 1584504447.

BEZERRA, Eduardo. **Princípios de Análise e Projeto de Sistema com UML**. Elsevier Brasil, 2015. 380p. ISBN: 9788535226263.

BISSI, Wilson. **SCRUM - Metodologia de desenvolvimento ágil**. Campo Digital, 2007. p. 03-06. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/campodigital/article/view/30944>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 04 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2016a. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR4.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 05 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011a. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR5.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 07 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2013. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR7.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 08 - Edificações**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011b. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR8.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 01 - Disposições Gerais**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2009. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR1.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 09 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2016b. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília: Ministério do

Trabalho e Emprego, 2016c. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-10-atualizada-2016.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2016.

BRATHWAITE, Brenda; SCHREIBER, Ian. **Challenges for game designers**. Boston: Charles River Media, 2009. 317p. ISBN: 158450580X.

CAIRO JUNIOR, José. **O acidente do trabalho e a responsabilidade civil do empregador**. 2002. 219p. ISBN: 853618633X.

CARDOSO, Jamie. **Realistic Architectural Rendering with 3ds Max and V-ray**. Focal Press, 2015. 224p. ISBN: 0240812298.

CERATTO, Renan et al. **Tecnologia de Informação para Monitorar Requisitos de Saúde e Segurança de trabalho no sistema Produtivo da Construção Civil**. Curitiba: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2014. p.1-15.

CHAVEZ, Conrad. **Design with Adobe Creative Cloud: Basic Projects Using Photoshop, InDesign, Muse, and More**. San Francisco: Adobe Press, 2013. 320p.

CLEVENGER, Caroline; DEL PUERTO, Carla Lopez. **Using 3D visualization to train Hispanic construction workers**. Fort Collins, Colorado: 47th ASC Annual International Conference Proceedings, Colorado State University, 2011. 7p.

CONNOLLY, Thomas M. et al. **A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games**. Elsevier - Computers & Education, 2012. p. 661-686.

COSTA, Alex Bastos; SANTANA, Hadassah Laís S., ALMEIDA, Wilson B. **O não cumprimento dos contratos de licença e uso de software e sua distribuição indevida por não detentor de Direito autoral**. Revista de informação legislativa, 2014. p. 179-202.

DAWOOD, Nashwan et al. **Construction health and safety training: the utilisation of 4D enabled serious games**. Journal of Information Technology in Construction, 2014. p. 326-335.

DE PAULA, Bruno Henrique; VALENTE, José Armando. **Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal**. Revista Iberoamericana de Educación, 2016. p. 9-28.

DEGRAFT-JOHNSON, C., WANG, Y. C., SUTHERLAND, M. B., & NORMAN, K. L. **Relating five factor personality traits to video game preference**. Human-Computer Interaction Laboratory, University of Maryland. 2013. p. 10-26.

DENISOVA, Alena; CAIRNS, Paul. **First Person vs. Third Person Perspective in Digital Games: Do Player Preferences Affect Immersion?** In: Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2015. p. 145-148.

DERRYBERRY, Anne. **Serious games: online games for learning**. Adobe, 2008.

DJAOUTI, Damien; ALVAREZ, Julian; JESSEL, Jean-Pierre. **Classifying serious games: the G/P/S model**. Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches, 2011. p. 118-136.

DONOVAN, Lynda. **The use of serious games in the corporate sector**. A State of the Art Report. Dublin: Learnovate Centre, 2012. 40p.

DZENG, Ren-Jye; HSUEH, Hsien-Hui; CHANG, Rui-Na. **3D game-based training system for hazard identification on construction site**. In: Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 12th International Conference on. IEEE, 2015. p. 2453-2458.

EVANGELISTA, Rafael. **O movimento software livre do Brasil: política, trabalho e hacking**. Porto Alegre: Horizontes antropológicos, 2014. p. 173-200.

FERNANDES, Sidneia Caetano de Alcântara. **As tecnologias de informação e comunicação no ensino e aprendizagem de história: possibilidades no ensino fundamental e médio**. Dissertação de Mestrado. Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco, 2012.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. **As pesquisas denominadas “estado da arte”**. Educação & sociedade, 2002. p. 257-272.

FILES, Associated Normative Machine-Readable et al. **OMG Unified Modeling Language™ (OMG UML), Infrastructure**. GD Number, I. Associated, 2010. 758p.

FLEURY, Afonso; NAKANO, Davi; SAKUDA, Luiz Ojima. **Proposição de Políticas Públicas direcionadas à Indústria Brasileira de Jogos Digitais**. São Paulo: GEDIGames/USP, 2014b. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEP0211_proposicao_de_politicas_publicas.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2016.

FLEURY, Afonso; SAKUDA, Luiz Ojima; CORDEIRO, José Henrique Dell’Osso. **Mapeamento da indústria brasileira e global de jogos digitais**. São Paulo: GEDIGames/USP, 2014a. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEP0211_mapeamento_da_industria.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2016.

FLEURY, Afonso; SAKUDA, Luiz Ojima; CORDEIRO, José Henrique Dell’Osso. **I Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais**. São Paulo: GEDIGames/USP, 2014. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEP0211_I_censo_da_IBJD_vocabulario.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2016.

FREITAS, S.; SAVILL-SMITH, C; ATTEWELL, J. **Computer games and simulations for adult learning: Case studies from practice**. Learning and Skills Network, London, 2006. 500p.

FULLERTON, Tracy. **Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games**. 2a ed. CRC press, 2014. 496p. ISBN: 0240809742.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa. **O levantamento bibliográfico e a pesquisa científica - Fundamentos de epidemiologia**, 2010.

GEBRAN, Maurício Pessoa. **Tecnologias Educacionais**. Curitiba: IESDE Brasil SA, 2009. 228p. ISBN: 978-85-387-0739-4.

GEE, James Paul. **Good video games and good learning**. 2005. 194p. ISBN: 0820497037.

GEE, James Paul. **Video Games, Learning, and “Content”**. In: Miller, Christopher Thomas. Purpose and Potential in Education. Nova York: Springer, 2008. p. 43-53.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 122p. ISBN: 978-85-386-0071-8.

GOUSSENCOURT, Timothée; BERTOLINO, Pascal. **Using the unity game engine as a platform for advanced real time cinema image processing**. Québec City: International Conference on Image Processing (ICIP). 2015.

GREUTER, Stefan et al. **Designing a game for occupational health and safety in the construction industry**. Auckland: Proceedings of The 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System, 2012.

GROS, Begona. **The impact of digital games in education**. First Monday, 2003. p. 6-26.

GUEDES, Gilleanes TA. **UML: uma abordagem prática**. Novatec Editora, 2008. 488p. ISBN: 978-85-7522-149-5.

HEMP, Paul. **Avatar-based marketing**. Harvard business review, 2006. p. 48-57.

INSS, Instituto Nacional do Seguro Social. **Manual de Acidente de Trabalho/Instituto Nacional do Seguro Social**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://file.abiplast.org.br/download/2016/manualdeacidentedetrabalhoins2016.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2017.

JUNIOR, Rubens Sant’Anna. **Aplicação da NR-18 em canteiros de obra: percepções e estudos de campo**. Dissertação de Mestrado. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

KARLSSON, Börje Felipe Fernandes. **A layered artificial intelligence engine architecture prototype**. II Workshop Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2003.

KEBRITCHI, Mansureh; HIRUMI, Atsusi; BAI, Haiyan. **The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation**. Elsevier: Computers & education, 2010. p. 427-443.

KIRRIEMUIR, John; MCFARLANE, Angela. **Literature Review in Games and Learning**. Bristol: Futurelab Series. Futurelab Research - report 8. 2004. 40p. ISBN: 0954469569.

KLOPFER, E.; OSTERWEIL, S.; SALEN, K. **Moving Learning Games Forward: obstacles, opportunities & openness**. Cambridge: The Education Arcade, Massachusetts Institute of Technology, 2009. 58p.

KNIBERG, Henrik; SKARIN, Mattias. **Kanban and Scrum-making the most of both**. InfoQ.com, 2010. 120p. ISBN: 978-0-557-13832-6.

KNIBERG, Henrik. **Scrum and XP from the Trenches**. 2a ed. InfoQ.com, 2015. 140p. ISBN: 1430322640.

LADOU, Joseph. **Introduction to occupational health and safety**. National Safety Council, 1986. 509p. ISBN: 0879121335.

LAURIER, Eric; REEVES, Stuart. **Cameras in video games: Comparing play in Counter-Strike and the Doctor Who Adventures**. Video at work: Praxeological studies of media production. New York: Routledge, 2014. p. 236-277.

LEE, J. H., KARLOVA, N., CLARKE, R. I., THORNTON, K., & PERTI, A. **Facet Analysis of Video Game Genres**. Illinois: iConference 2014 Proceedings, 2014. p. 125-139.

LEE, J. H., PERTI, A., CHO, H., et al. **Video Game Metadata Schema: Controlled Vocabulary for Visual Style**. University of Washington Information School Game Metadata Research (GAMER), Group and Seattle Interactive Media Museum. 2014. 20p.

LEITE, P.; MENDONÇA, V. **Diretrizes para Game Design de Jogos Educacionais**. Proceedings of SBGames, Art & Design Track. 2013. p. 132-141.

LEMES, David de Oliveira. **Games Independentes - Fundamentos metodológicos para criação, planejamento e desenvolvimento de jogos digitais**. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital. Dissertação de Mestrado. Orientação: Luís Carlos Petry. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo-PUC: SP, 2009.

LEONG, Peter; GOH, Vincent. **REAPSG: Work safety and health games for construction sector**. In: 2013 IEEE International Games Innovation Conference (IGIC), 2013. p. 134-137.

LIMA JÚNIOR, Jófilo Moreira; LÓPEZ-VALCÁRCEL, Alberto; DIAS, Luis Alves. **Segurança e Saúde no Trabalho da Construção: experiência brasileira e panorama internacional**. Brasília: OIT - Secretaria internacional do trabalho, 2005. 72p. ISBN: 92-2-817838-8.

LOPES, Maria Carolina B. Teixeira; WHITAKER, Iveth Yamaguchi. **Mensuração da gravidade do trauma com as versões 1998 e 2005 da Abbreviated Injury Scale**. São Paulo: Revista da Escola de Enfermagem da USP, 2014. p. 641-648.

MACHADO, Liliane dos Santos et al. **Serious games baseados em realidade virtual para educação médica**. Revista Brasileira de Educação Médica, 2011. p. 254-262.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999. 205p.

MEIRELLES, Fernando S. **27ª Pesquisa: Administração e Uso da TI nas Empresas**. 27ª ed. Fundação Getúlio Vargas. 2016. 24p.

MERCADO, Luís Paulo Leopoldo. **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**. Maceió: Editora UFAL, 2002. 207p.

MICHAEL, David R.; CHEN, Sandra L. **Serious games: Games that educate, train, and inform**. Mason: Cengage Learning PTR, 2005. 287p.

MIGUEL, Alberto Sérgio SR. **Manual de higiene e segurança do trabalho**. Porto Editora. 2005. 560p. ISBN: 978-972-0-01896-0.

MILLER, Geoff; PATACAS, João; KASSEM, Mohamad. **Construction health and safety training: the utilisation of 4D enabled serious games**. Journal of Information Technology in Construction, 2014. p.326-335.

Ministério do Trabalho e Emprego. **Estratégia Nacional para Redução dos Acidentes do Trabalho 2015 - 2016**. Brasília, 2015. 24p.

MIRANDA, Guilhermina Lobato. **Limites e possibilidades das TIC na educação**. Sísifo: Revista de Ciências da Educação, 2007. p. 41-50.

MOURA, Luiz J. B., BREYER, Felipe B., CAVALCANTI, Giulia A.L., VICENTE, V. Filho, ALBUQUERQUE, Marco T. C. F. **Avaliação de Assets Gráficos para produção de jogos digitais**. VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment. Rio de Janeiro. 2009.

NOGUEIRA, Adriana S.; GALDINO, Anderson L. **Games como agentes motivadores na educação**. Campo Grande: Fundação Educacional Unificada Campograndense, 2012.

PATNODE, Jason. **Character modeling with Maya and ZBrush: professional polygonal modeling techniques**. Focal Press, 2012. 408p. ISBN: 0240520343.

PATON, N. **OH 'problem' for construction**. Occupational Health, 2009.

PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Curso técnico em automação industrial: segurança do trabalho**. 3ª ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.

PEREIRA, Marta Susana Gonçalves. **Motor de eventos**. Dissertação de Mestrado em Computação Gráfica e Ambientes Virtuais. Braga: Universidade do Minho. 2010.

PERROTTA, Carlo et al. **Game-based learning: Latest evidence and future directions**. Slough: The NFER Research Programme, 2013. ISBN: 9781908666604.

PERRY, David; DEMARIA, Rusel. **David Perry on game design: a brainstorming toolbox**. Cengage Learning, 2009. 1040p. ISBN: 1584506687.

PERUCIA, A. S., BERTHÊM, A. C., BERTSCHINGER, G. L., MENEZES, R. R. C. **Desenvolvimento de jogos eletrônicos**. 2ª ed. São Paulo: Novatec. 2007. 320p.

PHAM, A.; PHAM, A. **Scrum em Ação - gerenciamento e desenvolvimento ágil de projetos de software**. São Paulo: Novatec, 2011. 288p. ISBN: 8575222856.

PINTO, Aparecida Marcianinha. **As novas tecnologias e a educação**. Revista Portal Anpedsul. 2012. 7p.

PRENSKY, Marc. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: SENAC. 2012. 576p.

PRETTO, Nelson Luca. **Uma Escola com/sem futuro: educação multimídia**. 8ª ed, Salvador: Edufba, 2013.

PRIKLADNICKI, Rafael; WILLI, Renato; MILANI, Fabiano. **Métodos ágeis para desenvolvimento de software**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 312p.

QUARTIERO, Elisa Maria. **As tecnologias da informação e comunicação e a educação**. Revista Brasileira de Informática na Educação, 1999. p. 69-74.

- RÉVILLION, Anya Sartori Piatnicki. **A utilização de pesquisas exploratórias na área de marketing**. Revista Interdisciplinar de Marketing, 2015. p. 21-37.
- RICHVOLDSEN, Håvard. **Serious Gaming: Serious content in an entertaining framework**. Norwegian University of Science and Technology, 2009. 58p.
- ROUSE III, Richard. **Game design: Theory and practice**. 2ª ed, Jones & Bartlett Learning, 2010. 704p.
- SATO, Danilo Toshiaki. **Uso eficaz de métricas em métodos ágeis de desenvolvimento de software**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 2007.
- SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios**. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, 2008. 10p.
- SCHELL, Jesse. **The Art of Game Design: A book of lenses**. CRC Press, 2014. 60p.
- SCHUYTEMA, Paul. **Design de games: uma abordagem prática**. Cengage Learning, 2008. 472p.
- SILVA, Daisy Eliana dos Santos; SOUZA, Ingredy Thais de; CAMARGO, Talita. **Metodologias ágeis para o desenvolvimento de software: aplicação e o uso da metodologia scrum em contraste ao modelo tradicional de gerenciamento de projetos**. Revista Computação Aplicada-UnG, 2013. p. 39-46.
- SILVA, Maycon Prado Rocha et al. **Jogos Digitais: definições, classificações e avaliação**. Campinas: UNICAMP, 2009.
- SOARES, Michel dos Santos. **Metodologias ágeis extreme programming e scrum para o desenvolvimento de software**. Conselheiro Lafaiete: Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, 2004.
- SUSI, T., JAHANEESON, M., BACLUND, M. **Serious Games - An Overview**. Skövde, Sweden: School of Humanities and Informatics, University of Skövde. 2007. Disponível em: <http://scandinaviangamedevelopers.com/downloads/HS-IKI-TR-07-001_PER.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2017.
- TEIXEIRA, Júlio César. **Fundamentos de Segurança no Trabalho**. 3ª ed, Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013. 104p.
- TORTORELLO, Jarbas Miguel. **Acidente de Trabalho**. Editora Baraúna, 2014. 148p.
- ULICSAK, M., WRIGHT, M. **Games in Education: Serious Games**. Futuerlab Series. 2010. 89p.
- UNITY, **In-game advertising the right way: Monetize, engage, retain**. 2016. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/public-relations/downloads>>. Acesso em: 06 nov. 2016.
- VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: NIED/Unicamp, 1999. 156p.
- VANNI, José T. Callestini. **SERIOUS GAMES E GAMIFICAÇÃO: Aplicações no ensino e perspectivas para o futuro**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2014.

VOORHEES, Gerald A.; CALL, Joshua; WHITLOCK, Katie (Ed.). **Guns, Grenades, and Grunts: First-person Shooter Games**. Bloomsbury Publishing USA, 2012. 448p.

WU, Yin. **The style of video games graphics: analyzing the functions of visual styles in storytelling and gameplay in video games**. Tese de Doutorado. Communication, Art & Technology: School of Interactive Arts and Technology. 2012.

WÜNSCH-FILHO, Victor. **Reestruturação produtiva e acidentes de trabalho no Brasil: estrutura e tendências**. Rio de Janeiro: Cadernos de Saúde Pública, 1999. p. 41-51.

ZAGO, Victor Guimarães Salum et al. **A segurança do trabalho na construção civil**. São Paulo: Anais do 8º Encontro de Tecnologia: Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade, 2014. p. 29-30.

ZYDA, Michael. **From visual simulation to virtual reality to games**. IEEE Computer Society: USC Information Sciences Institute, 2005. p. 25-32.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 - DOCUMENTO DE GAME DESIGN - SAFESKILL

I. VISÃO GERAL ESSENCIAL

A. RESUMO DA HISTÓRIA DO JOGO

Um técnico de segurança do trabalho, representado pelo personagem jogável, é contratado para trabalhar em um canteiro de obra com o objetivo de assegurar que as diretrizes estabelecidas pela Norma Regulamentadora nº 18 sejam cumpridas durante todas as fases da construção do edifício Sea Tower.

A obra será executada em um terreno comprado pela construtora onde, atualmente, está localizada uma residência abandonada, necessitando ser demolida antes de dar início a construção do edifício.

As atividades do técnico de segurança do trabalho irão se estender por quase todo o período da obra, desde a demolição da antiga residência até o início do processo de acabamento do novo edifício, exigindo seu conhecimento na aplicação de NR 18 nas diversas fases da construção.

B. ASPECTOS FUNDAMENTAIS

Visão geral do gameplay

O técnico de segurança do trabalho terá como missão inspecionar a obra durante todas as fases, visando encontrar irregularidades no cumprimento da NR 18 e tomar as medidas cabíveis para corrigi-las, gerando relatórios e aplicando medidas corretivas, além de orientar e garantir que os operários cumpram as normas de segurança durante toda obra.

Fará parte de suas atividades: verificar os requisitos necessários para início de cada fase da obra, emitindo laudo de liberação; examinar e identificar os riscos inerentes às atividades existentes em cada etapa da construção; identificar e fornecer os Equipamento de Proteção Individual - EPIs necessários para os operários de acordo com suas respectivas funções; identificar e corrigir possíveis situações de risco à saúde e segurança dos trabalhadores durante as diversas fases da obra.

Atividades adicionais também serão solicitadas ao técnico de segurança do trabalho, como a elaboração de um mapa de segurança da obra, baseado na planta baixa do terreno onde será executada a construção. Esta atividade está caracterizada como uma minifase do jogo.

Ponto de visualização (point of view)

O tipo de ponto de visualização escolhido para o jogo SafeSkill é o de terceira pessoa, com uma câmera fixa a uma determinada distância das costas da personagem principal, acompanhado no sentido de rotação e movimentação em geral, mantendo-se sempre a mesma distância. Em algumas ocasiões o ponto de vista poderá ser modificado para o de primeira pessoa onde seja necessária uma visão mais próxima do cenário, dos objetos manipulados pelo personagem principal ou na interação com NPCs.

Visualização gráfica e Estilo visual

A visualização gráfica utilizada no SafeSkill será a tridimensional ou 3D, possibilitando buscar maior realismo na modelagem do ambiente, dos objetos e das personagens que representaram os operários da construção civil. O intuito é proporcionar a imersão do jogador em um ambiente com estilo visual realista, onde ele possa presenciar os mais variados tipos de ocorrências de riscos à saúde e segurança dos trabalhadores.



Figura 1: Referência visual da visualização gráfica 3D pretendida para o jogo SafeSkill.
Fonte: o autor.

Gênero do jogo

O gênero do jogo é o de simulação, onde o jogador irá realizar atividades que simulam ações que devem ser executadas por um profissional de segurança do trabalho dentro do ambiente da construção civil. A proposta é que o personagem do jogador possa imergir nessa atmosfera, permitindo que interaja com os NPCs, equipamentos, máquinas e com o ambiente virtual, aplicando os conhecimentos obtidos nos cursos Técnico de Segurança do Trabalho ou Engenharia de Segurança.

O SafeSkill também pode ser considerado como do gênero de estratégia, onde o jogador irá interagir com o ambiente, máquinas, equipamentos e NPCs com o intuito de obter os resultados esperados para cada uma das fases. Os jogos de estratégia se caracterizam pelo processo de tomada de decisão durante o jogo,

onde os resultados não dependem de aleatoriedade, mas sim das ações executadas pelo jogador (LEE; KARLOVA; CLARKE, 2014).

A ideia é que o jogador possa interferir nas ações dos NPCs de forma a prevenir a ocorrência de atos inseguros, evitando assim o surgimento de acidentes e, conseqüentemente, a perda de pontos ou a finalização do jogo (*game over*), no caso de acontecerem acidentes graves ou fatais com algum NPCs.

Público-alvo

O público-alvo do SafeSkill são os estudantes dos cursos Técnicos de Segurança do Trabalho das instituições de ensino profissionalizante, alunos de Engenharia de Segurança dos cursos superiores de faculdades e universidades, além de profissionais de segurança do trabalho que já atuam no mercado e desejam fazer uma atualização de conhecimentos e práticas em relação a sua atuação no segmento da indústria da construção civil.

Outra vertente de aplicação do jogo será em empresas que atuam nos segmentos de segurança do trabalho e da construção civil, com o objetivo de requalificar e aprimorar os conhecimentos dos seus colaboradores, tanto os que atuam diretamente com segurança do trabalho como os que atuam em atividades que requeiram um maior conhecimento dos procedimentos de segurança em seu ambiente de trabalho.

Classificação etária

O jogo será direcionado para pessoas com idade mínima de 14 anos, tendo em vista o público-alvo. Porém, não haverá restrições de uso desde que a instituição que utilizará do jogo entenda que os conhecimentos e atividades nele contidos sejam apropriados para pessoas com idade menor que 14 anos.

Por se tratar de um game voltado para a prática e ressignificação de conceitos de segurança do trabalho na construção civil aprendidos em sala de aula, caberá ao professor selecionar o momento adequado para a mediação do jogo durante o andamento do curso, levando em consideração os conhecimentos adquiridos pelos alunos e a relação do game aos conteúdos vistos até o momento de sua aplicação.

Plataforma de destino e requisitos de hardware

Inicialmente, o jogo será produzido para ser utilizado em computadores, tendo em vista que terá como principal foco as instituições de ensino profissionalizante e superior, podendo ser instalado em laboratórios pré-existentes, não havendo a necessidade de investimentos em hardwares específicos para jogos digitais.

A princípio, os requisitos de hardware para a instalação do jogo não exigirão a utilização de computadores de última geração, pois a plataforma onde o jogo será desenvolvido (Unity 3D) possibilita a utilização de configurações de hardware mais básicas, não exigindo grandes investimentos em computadores mais robustos. Inicialmente o jogo será desenvolvido para ser executado no Sistema Operacional Windows a partir da versão 7, podendo, posteriormente, ser geradas versões para outros sistemas operacionais.

Licença de uso

Por se tratar de um projeto que será desenvolvido com financiamento do SENAI Alagoas, o jogo possuirá uma licença de uso comercial, sendo caracterizado como um software proprietário, ou seja, a distribuição, modificação e manutenção do jogo será de responsabilidade dos desenvolvedores (COSTA; SANTANA; ALMEIDA, 2014).

O desenvolvimento de um jogo da complexidade que se deseja obter com o SafeSkill requer investimentos em máquinas, softwares, equipe e diversos elementos envolvidos na criação de um game dessa magnitude. Sendo assim, a comercialização do jogo pode ser uma alternativa para justificar os investimentos empregados e tornar possível o seu desenvolvimento.

C. OBJETIVOS EDUCACIONAIS

Espera-se que o jogador possa aplicar os conhecimentos aprendidos em sala de aula, além de poder vivenciar virtualmente a experiência de atuar em um ambiente realista que proporciona a aplicação de normas de segurança, utilização de Equipamentos de Proteção Individual - EPI, planejamento de segurança de um canteiro de obra, entre outras ações atribuídas ao profissional de segurança do trabalho. Porém sem expô-lo a riscos reais, tendo em vista que se trata de um profissional ainda em processo de formação ou em busca de se requalificar.

Os principais objetivos educacionais esperados com a utilização do SafeSkill, são:

- compreender e fixar os conceitos aprendidos no curso referentes à segurança do trabalho para a construção civil;
- aplicar as normas de segurança do trabalho empregadas no segmento da construção civil;
- vivenciar a atuação profissional em um ambiente virtual isento de riscos à segurança do jogador.

As fases do jogo serão baseadas em alguns aspectos abordados pela Norma Regulamentadora nº 18, estabelecendo diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção (NR 18, 2013). A seguir é apresentada uma tabela com as fases propostas para o jogo e seus respectivos objetivos educacionais:

Fase	Situação	Objetivos Educacionais
1ª fase - Demolição	1.1. Processo de demolição	1.1.1. Compreender os requisitos necessários para início do processo de demolição.
		1.1.2. Ter conhecimento dos riscos inerentes às funções relacionadas à demolição.
		1.1.3. Entender a importância e quais EPIs necessários durante o processo de demolição.
		1.1.4. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a demolição.
2ª fase - Escavações, fundações e desmonte de rochas	2.1. Escavação	2.1.1. Compreender os requisitos necessários para início do processo de escavação.
		2.1.2. Ter conhecimento dos riscos inerentes à função de escavador.
		2.1.3. Aprender as sinalizações necessárias nas proximidades do processo de fundação e escavação.
		2.1.4. Entender a importância e quais EPIs necessários durante a fundação e escavação.
		2.1.5. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a fundação e escavação.
	2.2. Operação de bate-estacas	2.2.1. Ter conhecimento dos riscos inerentes à função de operador de bate-estacas.
		2.2.2. Compreender a importância e quais EPIs são necessários durante a operação de bate-estacas.
2.2.3. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a operação de bate-estacas.		

	2.3. Martelete pneumático	<p>2.3.1. Compreender os riscos inerentes à função de operador de martelete pneumático.</p> <p>2.3.2. Entender e identificar a forma correta de operação do martelete pneumático.</p> <p>2.3.3. Ter conhecimento da importância e quais EPIs são necessários durante a operação do martelete pneumático.</p> <p>2.3.4. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a operação do martelete pneumático.</p>
3ª fase - Carpintaria, Armações de aço e Estruturas de concreto	3.1. Carpintaria	<p>3.1.1. Compreender os requisitos necessários para operação de equipamentos e máquinas de carpintaria.</p> <p>3.1.2. Ter conhecimento dos riscos inerentes às funções de carpinteiro.</p> <p>3.1.3. Entender a importância e quais EPIs necessários durante o processo de carpintaria.</p> <p>3.1.4. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a operação de equipamentos e máquinas de carpintaria.</p>
	3.2. Armações de aço	<p>3.2.1. Compreender os requisitos e condições necessários para a realização de trabalhos de construção de armações de aço.</p> <p>3.2.2. Ter conhecimento dos riscos inerentes à função.</p> <p>3.2.3. Entender a importância e quais EPIs necessários para o trabalho com armações de aço.</p> <p>3.2.4. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante o trabalho com armações de aço.</p>
	3.3. Estruturas de concreto	<p>3.3.1. Compreender os requisitos e condições necessários para a realização de trabalhos de montagem de estruturas de concreto.</p> <p>3.3.2. Ter conhecimento dos riscos inerentes à função.</p> <p>3.3.3. Entender a importância e quais EPIs necessários para o trabalho de montagem de estruturas de concreto.</p> <p>3.3.4. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante o trabalho de montagem de estruturas de concreto.</p>
4ª fase - Escadas, rampas e passarelas	4.1. Construção de escadas	<p>4.1.1. Compreender os requisitos e condições necessários para a construção de escadas.</p> <p>4.1.2. Ter conhecimento dos riscos inerentes à função.</p> <p>4.1.3. Entender a importância e quais EPIs necessários para a construção de escadas.</p> <p>4.1.4. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante o trabalho na construção de escadas.</p>
	4.2. Rampas e passarelas provisórias	<p>4.2.1. Compreender os requisitos e condições necessários para a construção de rampas e passarelas provisórias.</p>

		<p>4.2.2. Ter conhecimento dos riscos inerentes à função.</p> <p>4.2.3. Entender a importância e quais EPIs necessários para a construção de rampas e passarelas provisórias.</p> <p>4.2.4. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante o trabalho na construção de rampas e passarelas provisórias.</p>
5ª fase - Trabalhos em alturas	5.1. Proteção contra quedas de altura	<p>5.1.1. Compreender os requisitos e condições necessários para a realização de trabalhos em altura e as medidas de proteção contra quedas.</p> <p>5.1.2. Ter conhecimento da importância e quais EPIs necessários na prevenção de quedas em trabalhos em altura.</p> <p>5.1.3. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a realização de trabalhos em alturas sujeitos a quedas.</p>
	5.2. Trabalho em andaimes	<p>5.2.1. Compreender os requisitos e condições necessários para a montagem e realização de trabalhos em andaimes.</p> <p>5.2.2. Ter conhecimento da importância e quais EPIs necessários para a montagem e realização de trabalhos em andaimes.</p> <p>5.2.3. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a montagem e realização de trabalhos em andaimes.</p>
6ª fase - Movimentação e transporte de materiais e pessoas	6.1. Movimentação e transporte de materiais	<p>6.1.1. Compreender os requisitos e condições necessários para a movimentação de materiais em um canteiro de obra.</p> <p>6.1.2. Ter conhecimento da importância e quais EPIs e equipamentos são necessários para a movimentação de materiais em um canteiro de obra.</p> <p>6.1.3. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a movimentação de materiais em um canteiro de obra.</p>
	6.2. Movimentação e transporte de pessoas	<p>6.2.1. Compreender os requisitos e condições necessários para a movimentação de pessoas em um canteiro de obra.</p> <p>6.2.2. Ter conhecimento da importância e quais EPIs e equipamentos são necessários para a movimentação de pessoas em um canteiro de obra.</p> <p>6.2.3. Simular e ilustrar possíveis situações de risco a saúde e segurança do trabalhador durante a movimentação de pessoas em um canteiro de obra.</p>

Tabela 1: Fases do jogo e seus respectivos objetivos educacionais.

Fonte: o autor.

O jogo SafeSkill também contará com uma minifase que não fará parte do cenário principal do jogo e terá o intuito de possibilitar a prática de criação de um mapa de risco do canteiro de obra. A seguir é apresentada uma tabela com a minifase e seus respectivos objetivos educacionais:

Mini fase	Situação	Objetivos Educacionais
Mini fase 1 - Elaboração de mapa de risco da obra	7.1. Elaboração de mapa de risco da obra	7.1.1. Compreender os requisitos necessários para elaboração de mapa de risco da obra. 7.1.2. Ter conhecimento do processo de elaboração de um mapa de risco da obra. 7.1.3. Simular uma interface de elaboração de mapa de risco da obra.

Tabela 2: Minifase do jogo e seus respectivos objetivos educacionais.
Fonte: o autor.

D. GOLDEN NUGGETS (PONTUAÇÕES)

Sistema de Pontuação

Abaixo é apresentada uma tabela que faz a relação entre a gravidade da ocorrência e os pontos que podem ser perdidos, no caso de o jogador permitir que ocorram, ou ganhos, caso consiga identificar e evitar que aconteçam, com exemplificações de casos, adaptada da escala AIS.

Nível	Gravidade	Exemplo de ocorrência	Nº pontos
1	Leve	Ausência parcial de EPI (1 ou 2 itens)	5
2	Moderada	Ausência de EPI fundamental para a atividade realizado pelo NPC	10
3	Séria	Acidente com laceração superficial	20
4	Severa	Acidente com fratura	50
5	Crítica	Acidente com fratura exposta	80
6	Máxima	Morte do NPC	100 ou game over

Tabela 3: Escala de pontuação do jogo, de acordo com a gravidade da ocorrência.
Fonte: o autor.

A identificação das ocorrências terá como balizador o tempo decorrido durante a fase em execução no jogo. Caso se passe um determinado tempo desde o início da fase e o jogador não perceba que um NPC está sem usar o EPI necessário para a sua atividade, a pontuação será decrementada de acordo com o nível da

gravidade da ocorrência. Caso seja identificado e corrigido pelo jogador, o mesmo incrementará a sua pontuação.

Outra forma de pontuar é evitando ou prevenindo a ocorrência de acidentes com os NPCs. Por exemplo: um NPC está executando sua atividade nas mediações de uma escavação não sinalizada de forma adequada. Após algum tempo do jogo, caso o jogador não sinalize a região, o NPC cairá no buraco acarretando em perda de pontos ou em *game over*, dependendo das consequências da queda.

E. AVALIAÇÃO DO ALUNO

Para a avaliação do aluno será verificado o seu desempenho na identificação, prevenção e correção de situações de risco durante o tempo disponível em cada uma das fases do jogo, seguindo o sistema de pontuação apresentado na Tabela 3.

II. CONTEXTO DO JOGO

A. HISTÓRIA DO JOGO

A construtora responsável pela obra do Edifício Sea Tower está contratando um técnico em segurança do trabalho para atuar durante o processo de construção do edifício. Este técnico terá como objetivo principal garantir que as diretrizes da Norma Regulamentadora nº 18 sejam respeitadas e cumpridas por todos as pessoas envolvidas na obra durante período do projeto.

Além disso, este profissional será responsável pela elaboração do mapa de risco da obra, onde são identificados os tipos de risco e sua probabilidade de ocorrência em cada um dos setores do terreno onde o edifício está sendo construído.

B. PRINCIPAIS JOGADORES

O SafeSkill terá como principais jogadores os alunos dos cursos técnicos de segurança do trabalho, alunos do curso de Engenharia de Segurança e os profissionais que já atuam no mercado e pretendem se especializar em segurança do trabalho para a indústria da construção civil.

III. OBJETOS ESSENCIAIS DO JOGO

F. PERSONAGENS

As personagens do jogo serão modelos 3D com características humanas, trajadas como profissionais utilizando roupas e acessórios típicos das mais diversas funções existentes em um canteiro de obras. Abaixo são apresentadas referências visuais de como se pretende desenvolver as personagens do jogo SafeSkill.

Personagem principal

O avatar, que é a representação gráfica do jogador dentro do jogo (HEMP, 2006), poderá ser representado por um homem ou uma mulher, devidamente trajados como profissionais de segurança do trabalho. O intuito é possibilitar a empatia entre o jogador e o/a personagem principal, tendo em vista que o SafeSkill pode ser jogado tanto por pessoas do sexo masculino, como do feminino. A seguir são apresentadas referências visuais de como se pretende desenvolver a aparência das personagens principais do jogo.



Figura 2: Referências visuais para os avatares do jogador.
Fonte: <http://www.turbosquid.com>

A personagem principal, sendo caracterizada pelo avatar masculino ou feminino, também utilizará equipamentos e acessórios que estarão ligados às atividades que irão desempenhar durante o jogo. A seguir são exibidas referências

visuais de como se pretende desenvolver os equipamentos e acessórios que serão utilizados pela personagem principal do jogo:



Figura 3: Referência visual para os acessórios da personagem principal do jogo.
Fonte: <http://www.turbosquid.com>

Personagens não jogáveis (NPC)

Os NPCs possuirão características pertinentes às funções que desempenham no canteiro de obras, utilizando vestimentas, equipamentos e acessórios ligados à sua atividade, podendo parte desses acessórios e equipamentos representarem os EPIs, tendo sua presença ou ausência influenciando na pontuação do jogador durante as fases do jogo. A seguir são apresentadas algumas referências visuais para os NPCs do jogo SafeSkill:



Figura 4: Referências visuais para os NPCs do jogo.
Fonte: <http://www.turbosquid.com>

G. ESTRUTURAS

A principal estrutura do jogo será o canteiro de obra do edifício Sea Tower em construção, que possuirá características diferentes no decorrer das fases, indo de um terreno com uma casa abandonada até um prédio de 7 andares, conforme referência a seguir:



Figura 5: Referência visual da estrutura principal do jogo SafeSkill.
Fonte: o autor.

H. OBJETOS

Os objetos que farão parte do cenário do jogo serão relacionados com os itens comumente encontrados em um canteiro de obras, como: betoneiras, toneis, tubulações, sacos de cimento, ferramentas, máquinas de construção, entre outros.

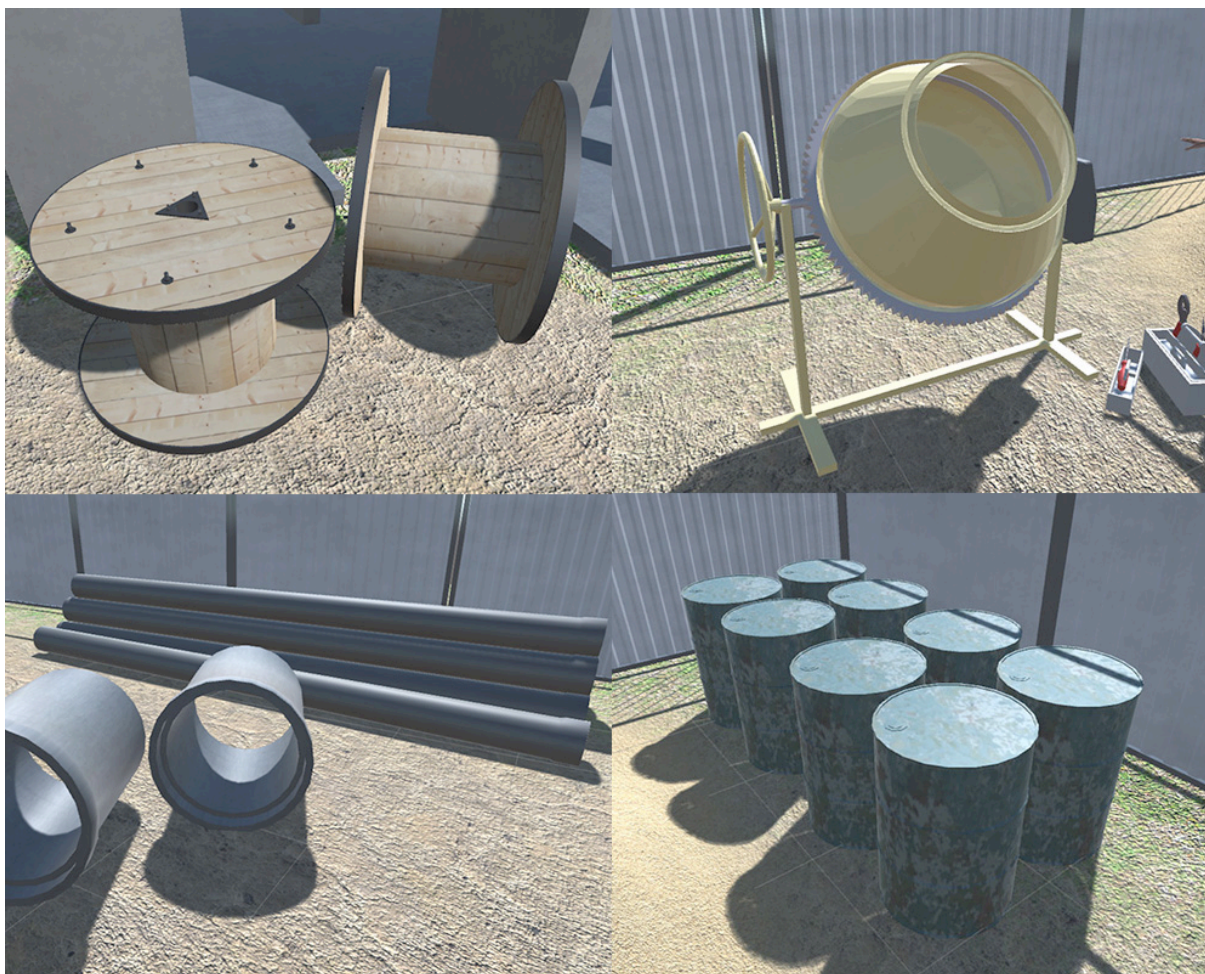


Figura 6: Referência visual de alguns objetos do jogo SafeSkill.
Fonte: o autor.

IV. CONFLITOS E SOLUÇÕES

A. DESAFIOS

Jogabilidade

Dependendo das ações tomadas pelo jogador, o jogo irá apresentar situações relacionadas aos NPCs. Exemplo: caso um trabalhador não esteja usando o capacete de segurança e o jogador não atentar para isso, o jogo poderá provocar um acidente com ele, como uma pedra caindo do alto do edifício.

Estas ocorrências serão geradas pelo jogo e influenciarão nos pontos, de forma positivas ou negativas dependendo das irregularidades identificadas ou não pelo jogador. De acordo com a gravidade da ocorrência, a fase poderá ser encerrada (*game over*) e deverá ser iniciada novamente.

B. RECOMPENSAS E FALHAS

Ocorrências de acidentes

O jogo possuirá diferentes tipos de gravidade de acidentes, que influenciarão no ganho ou perda de pontos, tomando o padrão da Abbreviated Injury Scale - AIS como referência, que determina um percentual de probabilidade de morte para cada nível da escala de gravidade da lesão ocorrida no acidente (LOPES; WHITAKER, 2014):

Código AIS	Gravidade	Exemplo	% AIS de morte
1	Leve	Laceração superficial	0
2	Moderada	Esterno fraturado	1 - 2
3	Séria	Fratura exposta do úmero	8 - 10
4	Severa	Traqueia perfurada	5 - 50
5	Crítica	Fígado rompido com perda de tecido	5 - 50
6	Máxima	Rompimento total da aorta	100

Tabela 4: Escala de gravidade de lesões Abbreviated Injury Scale (traduzido pelo autor).
Fonte: Abbreviated Injury Scale.

No jogo não serão exibidas para o jogador, de forma explícita, as lesões sofridas pelos NPCs, com o intuito de não provocar ojeriza no usuário. Porém a área do corpo onde ocorre a lesão fará parte do cálculo do dano, influenciando na pontuação.

Existirão várias simulações de acidentes de cada gravidade. Caso o jogador não identifique uma irregularidade de segurança com um NPC com o qual interagiu, o algoritmo irá selecionar da base de ocorrências de acidentes, de acordo com o nível da irregularidade, e provocará um acidente com o NPC. Este acidente irá acarretar em punição para o jogador de acordo com a gravidade, podendo ir desde uma perda de pontuação leve, até, em casos máximos, o *game over*.

Alguns NPC possuirão animações relacionadas aos diversos níveis de gravidade de acidentes e o jogo irá chamar essas situações de acordo com o avançar do tempo na fase e as ações tomadas pelo jogador.

Abaixo são exemplificados alguns tipos animações que serão desenvolvidas para os NPCs em relação a ocorrência de acidentes, com níveis diferentes de

gravidade. O exemplo se aplica a um NPC operário que atua com trabalho de alvenaria em altura, desenvolvendo suas atividades em andaimes:

1. **Situação de gravidade leve:** o operário não está utilizando óculos de proteção e um estilhaço de argamassa entra em seu olho. A animação será executada com o NPC levando as mãos ao olho mostrando o incomodo causado pelo estilhaço. Como resultado o jogador perderá 5 pontos.
2. **Situação de gravidade moderada:** o mesmo operário não está usando capacete de proteção e uma pedra pequena cai do andar seguinte de onde ele está. A animação irá mostrar no NPC levando as mãos à cabeça e mostrando sinais de dor. A pontuação do jogador irá decrementar 10 pontos.
3. **Situação de gravidade máxima:** o mesmo operário não está usando cinto de segurança fixado à estrutura do andaime e cai do terceiro andar do edifício. A animação mostrará o NPC deitado no chão sem sinal de vida. O resultado desta situação é o *game over* da fase para o jogador.

Porém, levando em consideração as mesmas situações relacionadas acima. Na situação 1, caso o jogador percebesse a ausência do EPI (óculos de proteção) e alertasse o operário (NPC) corrigindo o erro e disponibilizando o EPI, ele teria como resultado o ganho de 5 pontos. Na segunda situação teria ganho 10 pontos e na terceira situação, caso evitasse o acidente com o operário, teria ganho 100 pontos.

Esses foram exemplos de como irá funcionar a jogabilidade do SafeSkill. Vários NPCs possuirão animações relacionadas a situações de acidentes e essas animações serão executadas de acordo com o decorrer do tempo na fase e dependendo da interferência do jogador nas atividades desenvolvidas pelos NPCs. Essas animações serão replicadas e adaptadas de acordo com os objetivos educacionais de cada fase.

V. FLUXO DO JOGO

O jogo será dividido em seis fases principais, além de contar com minifases que não fará parte do fluxo principal. A seguir são apresentados os enredos de cada umas das fases do fluxo central do jogo:

Menu inicial

Ao entrar no jogo o jogador irá visualizar um menu com as seguintes opções: Novo jogo, onde ele irá iniciar uma nova campanha; Continuar jogo, ele poderá se identificar e continuar um jogo já iniciado; Configurações, será possível visualizar e editar os comandos básicos do jogo e fazer configurações de vídeo e áudio; Mini fases, onde o jogador poderá iniciar uma nova campanha em uma mini fase disponível no jogo; Créditos, exibição das informações de *copyright* e da equipe de desenvolvimento do jogo; Sair, fecha o jogo e retorna para a Área de Trabalho do computador.

Vídeo de introdução (cutscene)

Neste vídeo introdutório será apresentado para o jogador o projeto do edifício Sea Tower, que será construído durante o jogo, enfatizando a importância que a construtora responsável pela obra dá para a segurança dos seus trabalhadores. Em seguida o vídeo irá informá-lo de suas responsabilidades como profissional de segurança do trabalho e apontar seus objetivos durante a construção (o jogo).

Primeira fase - Demolição

Nesta fase o jogador irá se deparar com trabalhadores (NPCs) desempenhando atividades relacionadas com o processo de demolição de um imóvel pré-existente no terreno onde o edifício Sea Tower será construído. Assim, será possível ver cinco NPCs trabalhando em demolição de paredes, operando máquinas de demolição e equipamentos, como: marretas, marteletes pneumáticos etc.

Esta fase terá uma duração de 30 minutos e o jogador deverá ficar atento durante todo o tempo às ações desenvolvidas pelos trabalhadores com o intuito de identificar as situações descritas anteriormente.

Segunda fase - Escavações, fundações e desmonte de rochas

Nesta etapa será dado início ao processo de construção de edifício Sea Tower, onde os trabalhadores irão começar as atividades relacionadas com a fundação. Assim, será possível encontrar NPCs desempenhando atividades de escavação, operando máquinas bate-estaca, marteletes pneumáticos e expostos as diversas situações inerentes à essa fase da construção de um prédio.

Esta fase será composta por três tipos de situações onde os NPCs estarão desempenhando suas atividades:

- **Situação de escavação** - quatro trabalhadores estarão lidando no processo de escavação do terreno para a implantação de estações de esgoto do edifício. Será parte do objetivo desta situação identificar se há sinalização de segurança e se está de acordo com as normas.
- **Situação de operação de bate-estacas** - um trabalhador estará operando a máquina de bate-estaca e outros dois estão acompanhando o procedimento. Será parte do objetivo desta situação identificar se a operação da máquina está correta e se as normas estão sendo seguidas pelos trabalhadores.
- **Situação de operação de martelo pneumático** - quatro trabalhadores estarão operando martelos pneumáticos no processo de desmonte de rochas e remoção dos resíduos do imóvel demolido na fase anterior do jogo. Como objetivo desta situação temos a verificação da aplicação das normas na operação de martelos pneumáticos.

Esta fase terá uma duração de 40 minutos e o jogador deverá ficar atento durante todo o tempo às ações desenvolvidas pelos trabalhadores com o intuito de identificar as situações descritas anteriormente.

Terceira fase - Carpintaria, Armações de aço e Estruturas de concreto

Fase em que é iniciado o processo de estruturação do edifício, com a verticalização da obra, nas atividades de carpintaria, construção de armações de aço e estruturas de concreto. Teremos NPCs desempenhando as atividades citadas e expostos as diversas situações inerentes à essa fase da construção. Será composta por três tipos de situações:

- **Situação de carpintaria** - dois operários estarão desenvolvendo as atividades relacionadas à carpintaria, operando serras circulares, trabalhando com ferramentas, como: martelo, serrote, furadeiras etc. Como objetivo desta situação, temos a verificação da aplicação das normas na operação de serras circulares e da configuração do ambiente de trabalho.
- **Situação de armações de aço** - cinco trabalhadores estarão envolvidos com a construção de estrutura de aço armado para a criação de vigas de sustentação para a estruturação do edifício. Como objetivo desta situação

temos a verificação da aplicação das normas no ambiente de trabalho com estruturas de aço.

- **Situação de estruturas de concreto** - seis trabalhadores estarão envolvidos nas atividades de criação de fôrmas, enchimento com concreto, operação de máquina transportadoras de concreto. Como objetivo desta situação temos a verificação da aplicação das normas no ambiente de trabalho com estruturas de concreto.

Esta fase terá uma duração de 35 minutos e o jogador deverá ficar atento durante todo o tempo às ações desenvolvidas pelos trabalhadores com o intuito de identificar as situações descritas anteriormente.

Quarta fase - Escadas, rampas e passarelas

Nesta etapa do jogo serão trabalhados os conhecimentos relacionados à construção de escadas, rampas e passarelas de acordo com as diretrizes da NR 18, onde os trabalhadores estão desenvolvendo suas atividades, expostos a situações de risco inerentes a este tipo de trabalho. Sua composição se dará pelas seguintes situações:

- **Situação de construção de escadas** - três trabalhadores estarão construindo uma escada para acesso ao primeiro andar do edifício, possibilitando que o jogador tenha como objetivo avaliar as condições do trabalho e verificar se as normas para esse tipo de atividade estão sendo aplicadas corretamente.
- **Situação de rampas e passarelas provisórias** - nesta situação trabalhadores estarão desempenhando suas atividades e transitando por rampas e passarelas provisórias, dessa forma o jogo possibilitará que o jogador objetive a verificação da aplicação da norma para a construção de rampas e passarelas provisórias e se suas condições estão de acordo as diretrizes estabelecidas.

Esta fase terá uma duração de 20 minutos e o jogador deverá ficar atento durante todo o tempo às ações desenvolvidas pelos trabalhadores com o intuito de identificar as situações descritas anteriormente.

Quinta fase - Trabalhos em alturas

Etapa do jogo onde o edifício encontra-se avançando de forma vertical, com trabalhadores desenvolvendo suas atividades em distâncias consideráveis do solo, sendo possível praticar os conhecimentos aplicáveis da NR 18 para este tipo de situação de trabalho na construção civil. Será constituída pelas seguintes situações:

- **Situação de proteção contra quedas de altura** - cinco NPCs estarão trabalhando nas atividades de alvenaria do segundo pavimento do edifício, onde existem dois vãos para transporte vertical de materiais e equipamentos de construção. O objetivo desta situação é identificar se as normas estão sendo aplicadas corretamente na prevenção contra quedas nas extremidades do edifício ou pelos vãos de transporte vertical.
- **Situação de trabalho em andaimes** - quatro trabalhadores estarão desenvolvendo atividades de alvenaria nas paredes externas da construção, transitando em andaimes. Esta situação tem por objetivo propiciar a verificação e aplicação dos elementos básicos de segurança para trabalhos desempenhados em andaimes e em situações de trabalho em alturas.

Esta fase terá uma duração de 25 minutos e o jogador deverá ficar atento durante todo o tempo às ações desenvolvidas pelos trabalhadores com o intuito de identificar as situações descritas anteriormente.

Sexta fase - Movimentação e transporte de materiais e pessoas

Nesta fase serão realizadas as atividades que envolvem o transporte e movimentação de pessoas e materiais de forma vertical pelos pavimentos já construídos do edifício, possibilitando identificar se as diretrizes estabelecidas na NR 18 estão sendo aplicadas de forma adequada na obra. Será composta de duas situações, conforme descritas a seguir:

- **Situação de movimentação e transporte de materiais** - durante esta situação serão utilizados elevadores para o transporte de materiais para os pavimentos superiores do edifício, operados dois por trabalhadores, onde o objetivo será verificar se as condições do elevador e sua operação estão de acordo com as especificações da norma.
- **Situação de movimentação e transporte de pessoas** - durante esta situação serão utilizados elevadores para o transporte dos trabalhadores para

os pavimentos superiores do edifício, não havendo operador exclusivo, onde o objetivo será verificar se as condições do elevador de passageiros e sua operação está de acordo com as especificações da norma.

Esta fase terá uma duração de 30 minutos e o jogador deverá ficar atento durante todo o tempo às ações desenvolvidas pelos trabalhadores com o intuito de identificar as situações descritas anteriormente.

Tempo do jogo

O tempo total estimado para o jogo é de 180 minutos, somando os tempos individuais de cada fase. Porém o jogo não necessita ser jogado de forma contínua, podendo cada uma das fases serem concluídas em momentos diferentes. Será possível salvar o jogo em um determinado estágio e continuar jogando em outro momento a partir do estágio salvo para cada jogador.

Para a minifase não haverá tempo estimado para a jogabilidade, cabendo ao professor ou jogador estabelecer o tempo para construção do mapa de risco da obra. Também haverá a possibilidade de salvar a minifase e continuar em outro momento a atividade que estava em execução.

Objetivos gerais das fases

Todas as fases e situações citadas acima possuem objetivos gerais, dentre os quais podemos destacar: identificar e registrar se os trabalhadores (NPCs) estão usando os Equipamentos de Proteção Individual - EPI corretos para as atividades que desempenham; verificar se as condições de trabalho estão adequadas e de acordo com as normas, tomando as medidas corretivas caso sejam identificadas irregularidades; verificar se a operação das máquinas e equipamentos está de acordo com as normas de segurança, e caso identifique anormalidades, notificar o trabalhador e orientá-lo na operação segura do equipamento.

As fases também possuem objetivos específicos que avaliam o conhecimento da aplicação da NR 18 em cada uma das situações simuladas, porém os objetivos gerais estarão sendo considerados em todo o fluxo do jogo, possibilitando que o jogador obtenha pontuação extra além das disponíveis nas situações específicas.

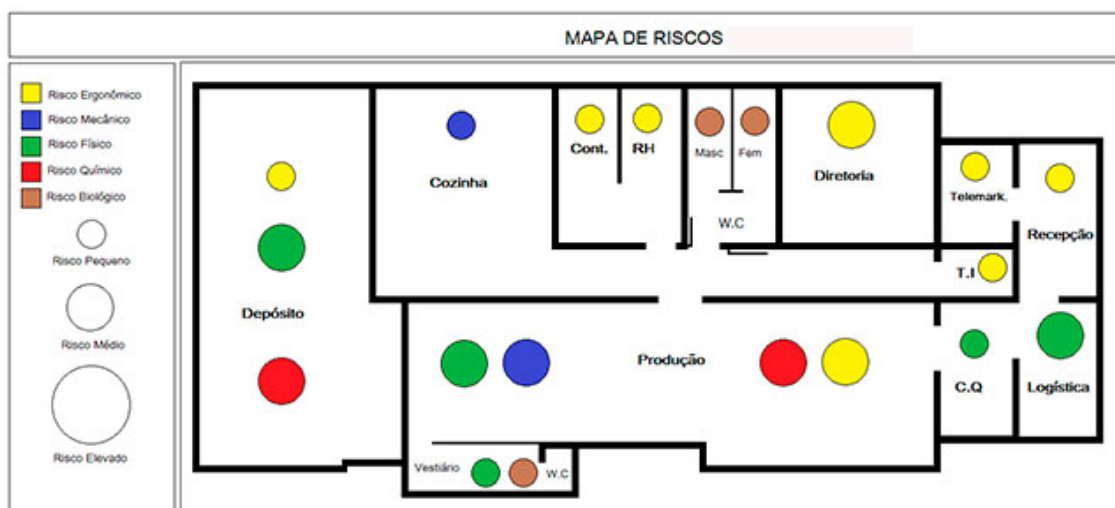
Minifase

O jogo contará com uma minifase que possuirá um fluxo independente das fases principais, possibilitando a prática da criação de um mapa de risco, conhecimento importante para o trabalho do técnico de segurança do trabalho.

Minifase 1 - Elaboração de mapa de risco da obra

Nesta minifase será solicitado para o jogador que elabore o mapa de risco da obra com base na planta baixa do terreno. Assim, será possível identificar as áreas críticas a segurança dos trabalhadores com apontamentos de medidas de controle e prevenção.

Conterá com uma interface diferente do fluxo principal do jogo, não havendo interação com NPCs ou o ambiente da obra. Será disponibilizada uma interface gráfica, baseada na planta baixa do canteiro de obra, que possibilitará a construção do mapa de risco como em uma ferramenta de diagramação, utilizando objetos predefinidos que poderão ser arrastados de uma caixa de ferramentas para serem posicionados em cima da planta baixa. A figura abaixo exemplifica um mapa de risco:



Exemplo de mapa de risco.

Fonte: www.gestaodesegurancaprivada.com.br

Não haverá tempo de limite para esta atividade dentro do jogo, cabendo ao professor ou jogador estabelecer o tempo para a tarefa.

VI. CONTROLES

Atalhos de comando do jogo

O jogo funcionará basicamente com o uso do mouse e do teclado para execução de comandos, conforme esquema a seguir:

- Botão **DIREITO** do mouse gira a câmera.
- Botão **ESQUERDO** do mouse movimenta o personagem e seleciona elementos para interação.
- Teclas numéricas de **1** a **0** selecionam itens/objetos/equipamentos.
- Botão **ESC** abre o menu e o botão **F10** reinicia a fase.
- Botões **W**, **A**, **S** e **D** movimentam o personagem para frente, para esquerda, para trás e para direita, respectivamente.
 - Ao se movimentar, o jogador pode segurar **CTRL** para correr e **SHIFT** para seguir cautelosamente.
- Botão **E** interage com elementos do jogo (objetos, personagens, equipamentos, máquinas etc.).
- O movimento lateral do mouse serve para rotacionar a visão do jogador.



Esquema de atalhos e comandos do jogo SafeSkill.
Fonte: o autor.

VII. FERRAMENTAS DE AUXÍLIO AO EDUCADOR

A. DEFINIÇÕES

Para a realização das avaliações do desempenho dos alunos, o jogo irá disponibilizar para o professor uma interface para a localização do perfil do aluno e seus respectivos relatórios de desempenho de cada uma das fases jogadas pelo aluno selecionado.

O relatório de desempenho terá como referência a Tabela 5, que apresenta a correlação entre as situações de risco simuladas pelo jogo e os pontos obtidos pelo jogador. Dessa forma será possível ver a pontuação geral da fase e as pontuações adquiridas para cada um dos níveis de gravidade de ocorrência. A seguir é apresentado um modelo de relatório de desempenho:

RELATÓRIO DE DESEMPENHO						
Aluno: Fulano de Tal						
Fase: Fase 3 - Escadas, rampas e passarelas						
Tempo de jogo: 20 min						
Data/hora: 01/01/2018 15:31						
Nível	Gravidade	Total de ocorrências	Nº de ocorrência identificadas	Valor	Nº pontos obtidos	Pontuação máxima
1	Leve	10	6	5	30	50
2	Moderada	9	4	10	40	90
3	Séria	6	4	20	80	120
4	Severa	4	3	50	150	200
5	Crítica	3	3	80	160	240
6	Máxima	3	2	100	200	300
PONTUAÇÃO TOTAL					660	1000

Tabela 5: Modelo de relatório de desempenho de um aluno em uma fase do jogo.
Fonte: o autor.

De acordo com o modelo da Tabela 5, podemos entender que a **PONTUAÇÃO TOTAL** do aluno é o somatório dos pontos obtidos em cada um dos níveis de gravidade das ocorrências. Já o **NÚMERO DE PONTOS OBTIDOS** em cada nível é o resultado da multiplicação do **NÚMERO DE OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS** pelo **VALOR** atribuído ao nível da ocorrência.

APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSO
GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Levantamento de informações para elaboração da proposta de Modelagem de um Serious Game para Estudantes e Profissionais de Segurança do Trabalho com Aplicação na Indústria da Construção Civil - Jogo SafeSkill

Você está sendo convidado a participar de um estudo sobre o levantamento de informações para elaboração da proposta de Modelagem de um Serious Game para Estudantes e Profissionais de Segurança do Trabalho com Aplicação na Indústria da Construção Civil. O objetivo desse estudo é conhecer a opinião de técnicos, especialistas, alunos, educadores e profissionais da construção civil sobre a proposta de um jogo digital em 3D, sobre identificação de situações de riscos em um canteiro de obras, jogo “SafeSkill”, além de obter informações que possam subsidiar a criação da modelagem do jogo em questão.

Nesse estudo serão realizadas entrevistas pessoais com técnicos, especialistas em segurança do trabalho, alunos dos cursos técnicos em segurança do trabalho, educadores e profissionais da construção civil, com o intuito de obter informações que possam contribuir para a criação da modelagem do jogo. A estimativa é que essas entrevistas durem aproximadamente 30 minutos.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. A principal responsável por essa

pesquisa é o pesquisador Eliton Elói Brandão de Freitas, que pode ser encontrado na Rua Pedro Américo, 18 - Poço, Maceió - AL, 57025-890, (82) 3217-1608. Fazem parte da equipe deste projeto a Prof^a. Dr^a. Lynn Rosalina Gama Alves como orientadora e o pesquisador Eliton Elói Brandão de Freitas.

A qualquer momento você poderá desistir da pesquisa, sem qualquer prejuízo a sua pessoa.

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com os dados obtidos de outros participantes (entrevistados) da pesquisa, não ocorrendo a identificação de nenhum dos participantes.

Não existe despesa para os participantes da pesquisa. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

As informações e dados coletados serão utilizados somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo de “Modelagem de um Serious Game para Estudantes e Profissionais de Segurança do Trabalho com Aplicação na Indústria da Construção Civil - Jogo SafeSkill”.

Eu discuti com o pesquisador (Eliton Elói Brandão de Freitas) sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Data ____/____/____

Assinatura do participante

APÊNDICE 3 - ROTEIRO DE ENTREVISTA - ESPECIALISTAS (PROFESSORES)

1. Qual a sua formação?
2. Você tem formação específica para trabalhar com segurança do trabalho para o segmento da construção civil? Qual?
3. **Você utiliza algum tipo de recurso midiático para auxiliar no processo de ensino de segurança do trabalho? Quais?**
4. **Na sua visão, a utilização de jogos digitais pode contribuir para a formação de profissionais de segurança do trabalho? Por que?**
5. **Quais jogos digitais você destacaria para o aprendizado de segurança do trabalho?**
6. **Quais conteúdos ou conhecimentos você entende que podem ser trabalhados em um jogo digital sobre segurança do trabalho para construção civil?**
7. **Em sua opinião, há algum conteúdo ou conhecimento que necessite ser praticado, pelo aluno ou profissional de segurança do trabalho para construção civil, que pode ser representado dentro de um jogo digital? Quais?**
8. **Existe algum tipo de atividade nos cursos de segurança do trabalho que podem ser beneficiados por um jogo digital? Quais?**
9. **Se você fosse construir um jogo para segurança do trabalho na construção civil, como seriam, de forma sucinta, as etapas desse jogo?**
10. **Como você imagina um jogo digital, em 3D, para aprendizagem de segurança do trabalho na construção civil?**

IMAGENS UTILIZADAS NAS ENTREVISTAS

Imagens utilizadas para ilustrar a ideia do jogo SafeSkill

APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO - ALUNOS

Você está sendo convidado a participar de um estudo sobre o levantamento de informações para elaboração da proposta de Modelagem de um Serious Game para Estudantes e Profissionais de Segurança do Trabalho com Aplicação na Indústria da Construção Civil. O objetivo desse estudo é conhecer a opinião de técnicos, especialistas, alunos, educadores e profissionais da construção civil sobre a proposta de um jogo digital em 3D, sobre identificação de situações de riscos em um canteiro de obras, jogo "SafeSkill", além de obter informações que possam subsidiar a criação da modelagem do jogo em questão.

1. Nome: _____
2. Telefone (opcional): _____
3. Idade: _____

4. Sexo:
 Masculino Feminino

5. Qual seu curso (Técnico em segurança do trabalho, Engenheiro de Segurança, Engenheiro Civil, etc.)?
R: _____

6. Você utiliza recursos de informática no seu dia a dia?
 Sim Não Às vezes

7. Você sabe a existência de jogos digitais educacionais?
 Sim Não

8. Qual a sua opinião sobre os jogos digitais educacionais como ferramenta para aprender e praticar seus conhecimentos?
 Não tenho muito interesse em utilizar
 Acho interessante, mas não conheço bons jogos educativos
 Não tenho familiaridade com o uso, mas gostaria de aprender
 Já utilizo, mas acho que poderiam ser melhores
 Utilizo vários jogos e me sinto satisfeito

9. Se possível, cite alguns jogos que utiliza para estudar.
R: _____

10. Por semana, quanto tempo aproximado, você utiliza jogos digitais (videogame, computador, internet, etc.)?
 Não utilizo
 1 vez
 2 vezes
 Mais que três vezes

11. Em quais plataformas você costuma utilizar jogos digitais?
 Nenhuma
 Celular

- Tablet
 - Computador
 - Consoles para jogos digitais (exemplos: PlayStation, Xbox, Wii e etc.)
 - Consoles portáteis (exemplos: PSP, Nintendo DS, GameBoy e etc.)
12. Por semana, quanto tempo aproximado, você utiliza recursos de informática para estudar?
- Não utilizo
 - 1 vez
 - 2 vezes
 - Mais que três vezes

13. Você acha importante ter um jogo digital educacional sobre segurança do trabalho para construção civil?
- Sim Não Indiferente

Questões Específicas

14. Você conhece algum jogo, programa de computador ou site que trabalha com o tema da segurança do trabalho para construção civil?
- Sim. Quais?

Não

15. Caso a sua resposta na pergunta anterior seja sim, você considera esse outro jogo, programa de computador ou site, melhor do que a proposta de jogo apresentado?
- Sim Não Não sei

16. A proposta apresentada ajudaria a melhorar a sua formação como profissional de segurança do trabalho para a construção civil?
- Sim Não Não sei

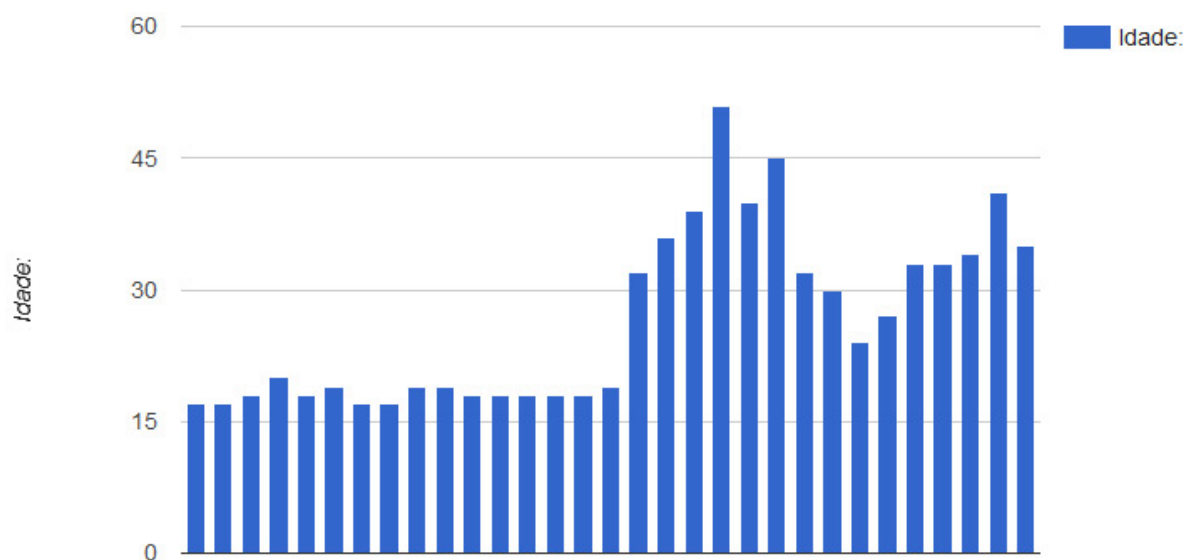
17. Por meio do jogo apresentado, você acha que se sentiria mais estimulado a estudar e praticar seus conhecimentos em segurança do trabalho para a construção civil?
- Sim Não Não sei

18. Caso queira escrever alguma observação, comentário, crítica ou sugestão, utilize o espaço abaixo:

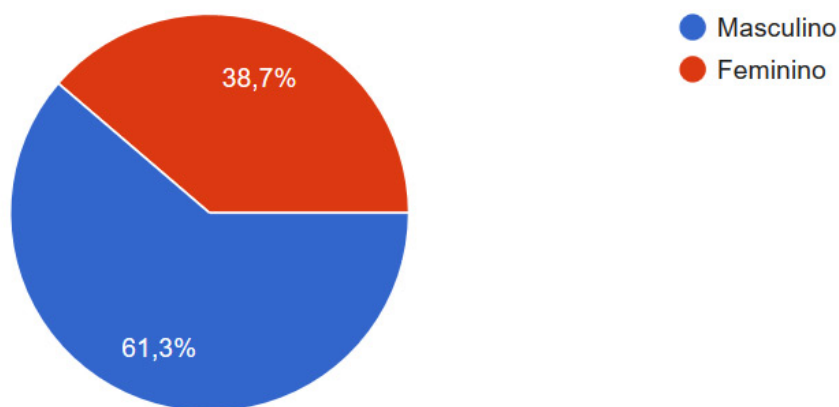
RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO - ALUNOS

As duas primeiras questões foram suprimidas por questão de confidencialidade: Nome e Telefone.

3. Idade: (31 respostas)



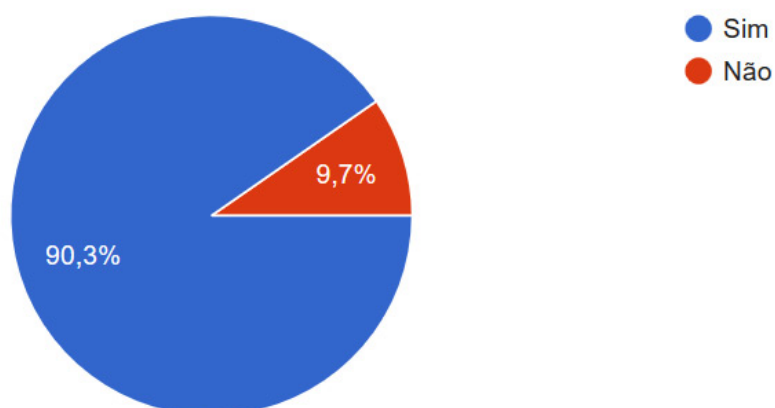
4. Sexo: (31 respostas)



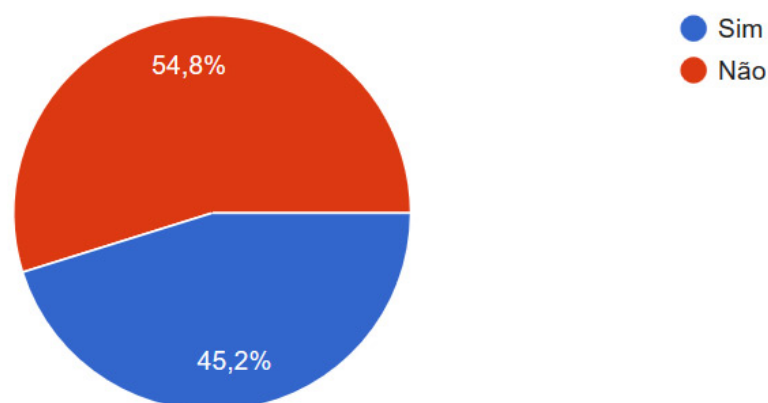
5. Qual seu curso (Técnico em segurança do trabalho, Engenheiro de Segurança, Engenheiro Civil, Técnico em Edificações, etc.)? (31 respostas)

Todos: Técnico em Segurança do Trabalho

6. Você utiliza recursos de informática no seu dia a dia? (31 respostas)



7. Você sabe a existência de jogos digitais educacionais? (31 respostas)



8. Se possível, cite alguns jogos que você conhece ou utiliza para estudar: (6 respostas)

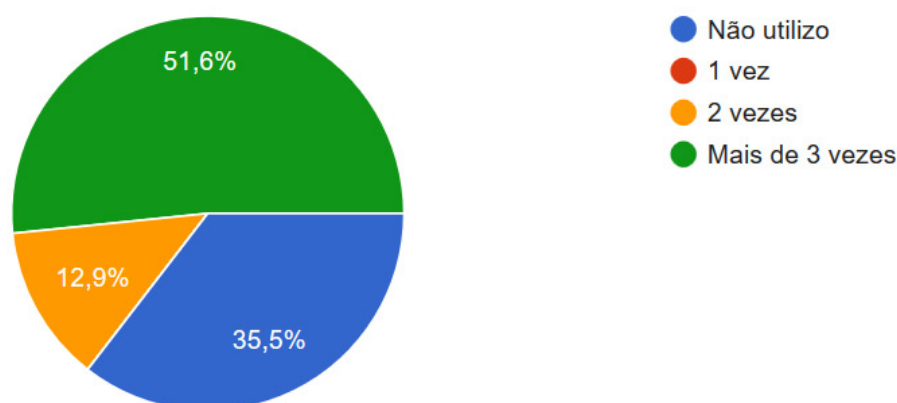
RESPOSTAS:

1. Perguntados
2. Perguntados
3. Hora do enem
4. Perguntah, show do milhão
5. TECNO DATA PARA ESTUDAR PARA PROVA TEORICA DO DETRAN
6. Bíblicos, de memoria etc.

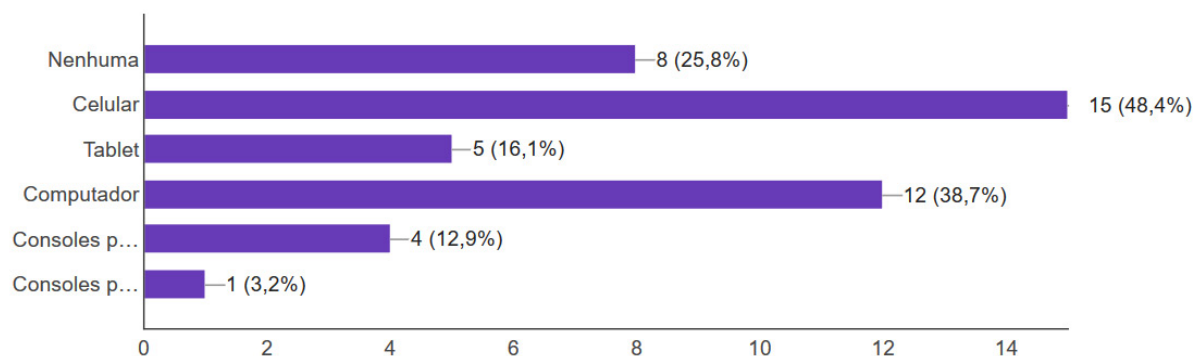
9. Qual a sua opinião sobre os jogos digitais educacionais como ferramenta para aprender e praticar seus conhecimentos? (31 respostas)



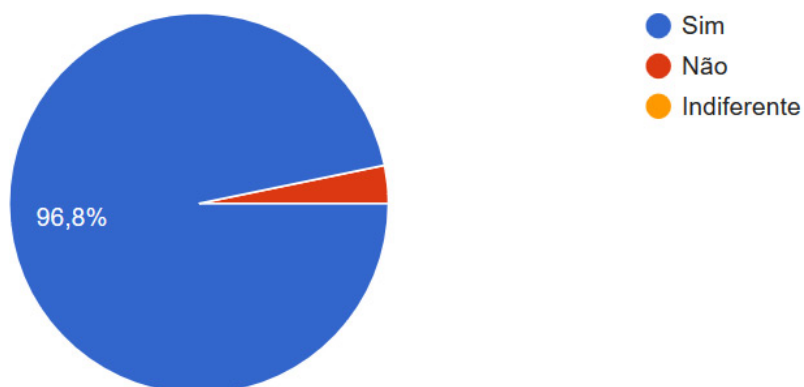
10. Por semana, quantas vezes aproximadamente, você utiliza jogos digitais (videogame, computador, internet, etc.)? (31 respostas)



11. Em quais plataformas você costuma utilizar jogos digitais? (31 respostas)



12. Você acha importante ter um jogo digital educacional sobre segurança do trabalho para construção civil? (31 respostas)

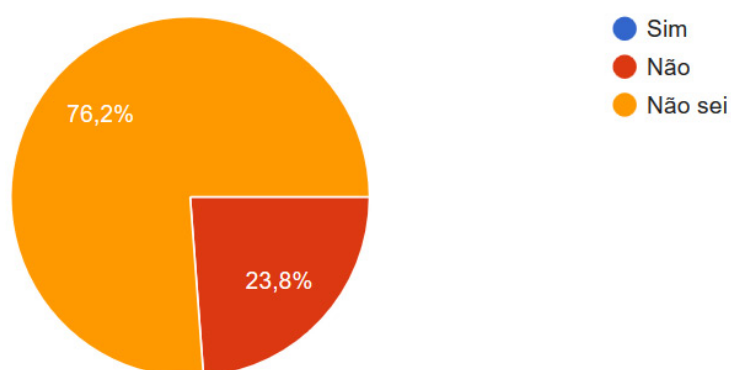


13. Você conhece algum jogo, programa de computador ou site que trabalha com o tema da segurança do trabalho para construção civil? Quais? (20 respostas)

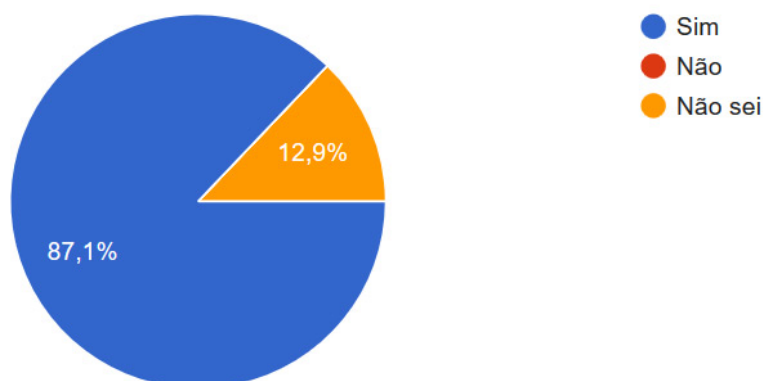
RESPOSTAS:

Segurança do Trabalho NWN, App de Segurança do Trabalho

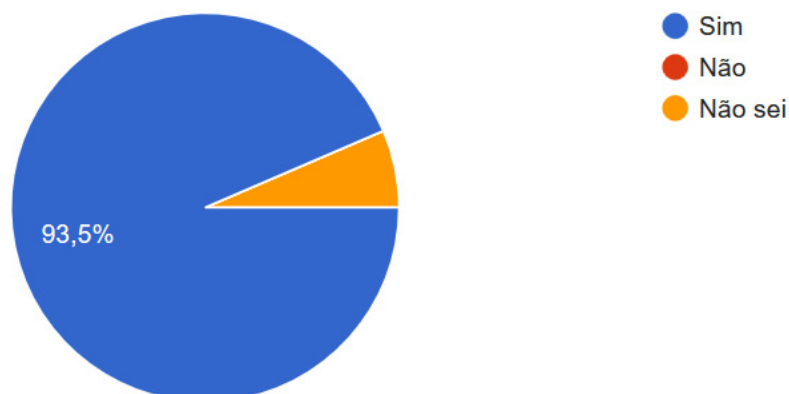
14. Caso a sua resposta na pergunta anterior seja afirmativa, você considera esse outro jogo, programa de computador ou site, melhor do que a proposta de jogo apresentado? (21 respostas)



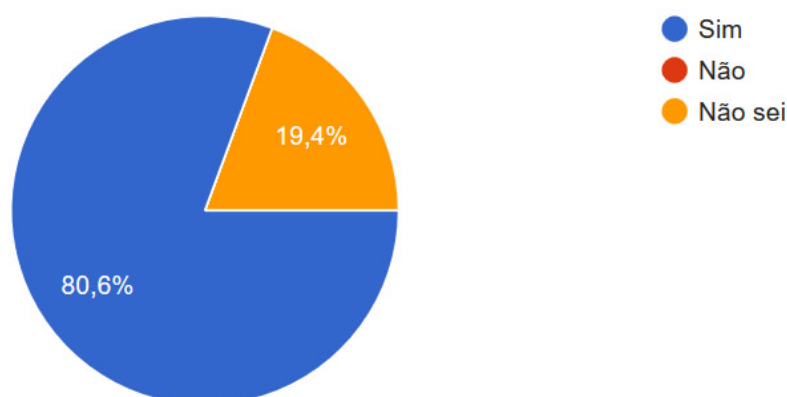
15. A proposta apresentada ajudaria a melhorar a sua formação como profissional de segurança do trabalho para a construção civil? (31 respostas)



16. Por meio do jogo apresentado, você acha que se sentiria mais estimulado a estudar e praticar seus conhecimentos em segurança do trabalho para a construção civil? (31 respostas)



17. Você se sentiria mais preparado para realizar as atividades de técnico de segurança do trabalho em um ambiente real, praticando antes seus conhecimentos em um jogo digital? (31 respostas)



18. Caso queira escrever alguma observação, comentário, crítica ou sugestão, utilize o espaço abaixo: (18 respostas)

RESPOSTAS:

1. *Que seja acessível a todos*
2. *Fazer uma avaliação do jogador em um determinado tempo de jogo ou seja automaticamente eu como jogador e técnico em segurança vou saber se estou sendo eficiente com as medidas que adotarei e com os documentos que serão elaborados para a implementação da segurança do trabalho no ambiente de trabalho.
Ser testado no caso e ver se esta dando resultado o meu trabalho.*
3. *Gostei muito da ideia, gostaria muito de jogar, me divertir e estudar.*
4. *É uma ideia excelente, ajudaria bastante e estimularia mais o aprendizado, já que a área da construção civil é bem complexa e detalhada. E é uma simulação de uma pratica real no canteiro de obra. Gostei bastante!!*
5. *A ideia para fazer este jogo é ótima, porém a questão vem a respeito da qualidade do produto. Um jogo digital poderá ajudar no cotidiano, mas a realidade é totalmente diferente e por isso que não sei se a preparação para as atividades em um jogo digital seria algo benéfico. Repito novamente: A ideia é ótima. Sucesso no trabalho!!*
6. *Quanto a realizar atividades tendo feito as praticas dentro do que o jogo aborda, isso é algo que deve ser bastante observado, pois precisa abordar de várias maneiras e formas o cotidiano da área de construção civil. Acho digno que venha com cara de um jogo com todos os outros para que não seja algo forçado ou cansativo.*
7. *Para um jogo relacionado a área de segurança na construção civil é bem interessante um trabalho bem real, como a obra começando do inicio do que será preciso para fazer o trabalho com segurança também ter áreas para planejar os documentos podendo ser opcional, segurança em altura todos os equipamentos necessário e caso não utilizar equipamentos necessários seria interessante se ocorresse acidentes com o trabalhador na área, que tenha todas as ferramentas da área de segurança, todos os documentos como PPRA, CAT quando ocorrer acidentes, também a realização de treinamentos com os trabalhadores podendo ser em questionarios.*
8. *Achei a ideia do jogo de segurança bem interessante. Espero que seja um jogo que possua desafios, fases para passar. Que seja dinâmico, engraçado, que tenha a possibilidade de jogar com outras pessoas online. Que tenha também um pouco de lógica para poder raciocinar. que*

tenha também a questão de poder criar seu avatar e claro que possa testar o conhecimento das pessoas para que assim ela possa competir entre elas.

9. *É uma boa ideia. Cuidado apenas para que o jogo não torne-se chato, já que é o que foi dito, um jogo. Seria ainda melhor que fosse um aplicativo para celular.*
10. *Achei legal e interessante.*
11. *Sugiro, a apresentação do jogo para responder o questionário a cima, desta forma eu poderia ter clareza para discernir sua eficácia.*
12. *Seria muito importante esse jogo para trazer mais conhecimento de segurança do trabalho na construção civil*
13. *ESPERO CONHECER O JOGO SERA MUITO VALIDO*
14. *Olha minha opiniao sobre esse jogo sera muito interresante pois vai ajudar muito para o desenvolvimento para quem esta fazendo o curso tecnicos em seguranca principalmente para visar ou reconhecer os riscos de acidentes de trabalho.*
15. *Seria muito interessante esse jogo , acho que ele deve levar vc para dentro da obra e analisar riscos etc a vivência é essencial.*
16. *A meu ver esse questionário só deveria ser respondido de forma opcional após a devida explanação do projeto de pesquisa.*
17. *EU QUER ARPENTE CONHECER TUDO PRECISA ESTUDAR SEGURANÇA DO TRABALHO*
18. *Eu acho que está proposta de ensino através do mundo digital é de muito proveito uma ideia brilhante.
Mais tem para mim uma obs:
Que essa atividade de aprendizagem digital não seja um foco de uma unica atividade, até porque a realidade ainda no dia dia muitas coisas é diferente de um acontecimento reais.*