

Um Relato do Design e Desenvolvimento de um Jogo Sério - A experiência de uso do método AIMED com um game para treinamento de contingência

Mitzrael Albarrassim
 Pró-reitoria de Graduação
 Universidade Federal do ABC
 (UFABC)
 Santo André, Brasil
 mitzrael_albarrassim@hotmail.com

Rafaela V. Rocha
 Centro de Ciências Matemáticas,
 Computação e Cognição e Pós-
 graduação em Ciência da Computação
 Universidade Federal do ABC
 (UFABC)
 Santo André, Brasil
 rafaela.vilela@gmail.com

Marcio R. Campos
 Departamento de Engenharia de
 Produção
 Universidade Federal de São Carlos
 (UFSCar)
 São Carlos, Brasil
 marcamosbr@gmail.com

Resumo- O objetivo deste artigo é relatar a produção de um jogo sério para o treinamento da contingência em sítios de repetição (sistema de comunicação emergencial), usando o método AIMED (*Agile, Integrative and Open Method for Open Educational Resources Development*). O projeto foi iniciado com o levantamento das possíveis ameaças e necessidades de treinamento, em conjunto com a equipe de especialistas do Núcleo de Operação e Controle, utilizando a matriz GUT adaptada. Para o projeto e desenvolvimento do game, o método AIMED foi aplicado, tendo como principais processos: o plano inicial, a produção das fases do jogo, de forma iterativa e incremental, e o gerenciamento do projeto. O protótipo do jogo foi validado pelos especialistas, sendo que foram constatados que os cenários e protocolos operacionais propostos refletem e satisfazem as resoluções de potenciais ameaças e podem treinar os agentes para isso.

Palavras-chave- jogos sérios, treinamento, contingência, level design, desenvolvimento de software

Abstract- The aim of this article is to report a serious game production for the contingency training in repetition sites (emergency communication system), using the AIMED method (*Agile, Integrative and Open Method for Open Educational Resources Development*). The project was started with a survey of possible threats and training needs, with the Operation and Control Center staff, using the adapted GUT matrix. In order to develop the game, the AIMED method was applied, with the following main processes: the initial plan, the production of the game phases (iteratively and incrementally) and the management of the project. The game prototype was validated by specialists, then it was found that the proposed scenarios and operational protocols reflect and satisfy the resolutions of the potential threats and can train the agents.

Keywords- serious games, training, contingency, level design, software development

I. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem possibilitado a produção de jogos para fins educacionais e de treinamento, que simulam o ambiente real e possibilitam um treinamento experiencial, sistemático e estruturado [6].

Em ambientes críticos, os riscos devem ser identificados, bem como estabelecidos um plano de contingência e procedimentos operacionais para identificar e reestabelecer o sistema. Além disso, esses procedimentos devem ser treinados, o que nem sempre é possível, devido aos riscos reais [4]. Nesses casos, jogos sérios podem ser efetivos, por oferecerem um ambiente seguro para treinamento, bem como, avaliação desses procedimentos [5][8][11]. Entretanto, um desafio na produção desse tipo de jogo sério é o levantamento de requisitos, pois muitas vezes os riscos e consequências podem variar, o que representa um desafio na priorização do protocolo a ser treinado pelo jogo sério [3]. Além disso, é preciso identificar as competências que serão treinadas (nível operacional, tático e/ou estratégico), bem como, balancear requisitos pedagógicos (para o desenvolvimento das competências desejadas), simulação e jogabilidade [13][14]. Para isso, é preciso o envolvimento de diferentes profissionais, principalmente especialistas no domínio da aplicação [15].

Para garantir a comunicação entre as viaturas e centros operacionais que recebem as chamadas de emergência por meio do telefone, a Polícia Militar do Estado de São Paulo (PMESP) tem um complexo sistema de comunicação emergencial. Este sistema é composto de sítios de repetição e antenas de comunicação que contam com o fornecimento de energia elétrica pela concessionária, além de baterias e geradores a óleo diesel, como formas de prevenir eventualidades que coloquem em risco a integridade e disponibilidade da comunicação [1]. Caso seja interrompida a comunicação, é necessário o correto diagnóstico inicial, para que, de maneira precisa, sejam tomados os devidos procedimentos corretivos. Este diagnóstico deve ser feito pelos agentes do NOC (Núcleo de Operação e Controle) da PMESP, profissionais que atuam na governança de um ambiente sujeito a ameaças de diversas naturezas, as quais nem sempre podem ser treinadas no ambiente real.

Neste contexto, este artigo relata a produção de um jogo sério para treinamento de contingência, em um sítio de repetição de comunicação emergencial, desde o

levantamento e priorização dos requisitos do que deve ser treinado no jogo sério até a criação e avaliação de um protótipo. O jogo sério foi criado usando o método AIMED (*Agile, Integrative and Open Method for Open Educational Resources Development*) [10], em conjunto com especialistas do domínio (colaboradores do NOC), os quais também avaliaram e validaram o protótipo desenvolvido.

Este trabalho está organizado conforme descrito a seguir. Na Seção II são apresentados os principais conceitos usados neste artigo e trabalhos relacionados. A Seção III descreve o processo de produção do protótipo do jogo sério. Na Seção IV são discutidos os resultados, seguidos das considerações finais, na Seção V.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Um plano de contingência visa preparar uma organização para responder bem a um problema e seu potencial impacto [5]. Desenvolver um plano de contingência envolve tomar decisões com antecedência sobre a gestão de recursos humanos e financeiros, processos de coordenação e comunicação, bem como respostas técnicas e logísticas. Entretanto, o plano de contingência só será efetivo se os envolvidos souberem o que fazer e estiverem bem treinados quando a emergência ocorrer [5].

Nesta seção são apresentados alguns conceitos relacionados ao processo de planejamento e priorização de treinamentos, bem como fundamentação da aprendizagem efetiva em jogo e jogos sérios relacionados.

A. Priorização das ameaças de contingência e de treinamentos

O processo de planejamento de contingência pode basicamente ser dividido em três perguntas [5]: (1) "O que pode acontecer?" (cenários de ameaças), (2) "O que deve ser feito se isso acontecer?" (resolução de problema: o que fazer, quem, quando e onde), e (3) "O que pode ser feito para estar preparado antes que isso aconteça?" (inclusive simulações e exercícios de treinamento). Dessa forma, o planejamento de contingência envolve a antecipação de um risco específico com base nas ameaças conhecidas e o estabelecimento de procedimentos operacionais para resposta, baseado nos requisitos de recursos esperados [5].

Neste trabalho, a matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência de expansão) foi utilizada para o levantamento e categorização dos cenários de ameaças (e assim, priorização da resolução de problema e criação do treinamento). Os conceitos essenciais da GUT estão relacionados a três atributos de classificação de problemas (Marshall Junior et al., 2008), sendo que a pontuação varia de 1 a 5: (1) "Gravidade" (G): impacto que o problema pode causar se não for solucionado; (2) "Urgência" (U): pressão do tempo que existe para resolver determinada situação; (3) "Tendência de expansão" (T): representa o potencial de crescimento do problema, a evolução que a ameaça teria na ausência de uma ação e probabilidade de se tornar maior com o passar do tempo.

No final da atribuição dos critérios, essas pontuações são multiplicadas entre si, indicando qual o grau de

prioridade daquele problema, tendo como valor máximo 125 (no caso da pontuação máxima para todos os critérios, ou seja, 5x 5x 5). Durante o projeto, houve a necessidade e incluir um quarto atributo na matriz GUT, para melhor análise das necessidades, a "Frequência" (F): representa o número de vezes em que a ameaça se tornou um problema, dentro de um determinado intervalo de tempo. Dessa forma, na GUTF, o valor máximo de um problema passa a ser 625.

B. Jogos, aprendizagem e treinamento

Trybus [11] relata seis princípios de aprendizagem efetiva, contemplados em jogos: (1) objetivos claros e com dificuldade incremental: em cada fase do jogo, para se adaptar ao nível de competências prévias do jogador, e de forma a progredir conforme seu ritmo; (2) tarefas práticas, com aprendizagem ativa e *feedback*: para o jogador conseguir atingir os objetivos esperados; (3) garantia da prática: até que as competências se tornem automatizadas e consolidadas; (4) reforço extrínseco e com recompensas (por exemplo, pontuação e *feedback* positivo) e intrínseco (razão pessoal em fazer a atividade) (por exemplo, atingir fases mais complexas pode aumentar a autoestima e motivação) [18]; (5) Pré-requisitos dos objetivos de aprendizagem devem ser atendidos para passar de fase; (6) garantia de aprendizagem e prática em diferentes modos, em vários problemas ou contextos.

A taxonomia de Bloom classifica, estrutura e padroniza os objetivos de aprendizagem, com progressão de complexidade [16][17]. É uma teoria instrucional que aborda três domínios de aprendizado: (1) cognitivo, (2) psicomotor, e (3) afetivo. No domínio cognitivo, ela é dividida em seis níveis de habilidades: (1) Conhecimento; (2) Compreensão; (3) Aplicação; (4) Análise; (5) Síntese; e (6) Avaliação.

Nesse contexto, jogos sérios, que visam a aprendizagem e treinamento de competências podem ser usados de forma efetiva, se forem bem planejados para atingir os objetivos pedagógicos (desenvolvimento de competências, conforme objetivos de aprendizagem, e aprendizagem efetiva [11]), bem como, requisitos de jogabilidade e simulação (do domínio específico).

C. Jogos sérios para treinamento de contingência

Em cenários que envolvem riscos (à vida, ao meio ambiente e/ou ao patrimônio), um cenário virtual se mostra eficaz e seguro, pois possibilita a realização de treinamentos e testes, com controle da situação, e análise dos procedimentos tomados [4][11]. Em um treinamento por meio de um jogo sério é possível aprender com os erros, direcionar *feedback*, avaliar e aperfeiçoar procedimentos, bem como, utilizá-lo para a prática de um grande número de pessoas [8][11].

A seguir são descritos sobre três jogos sérios e/ou simuladores para treinamento, em cenários com riscos reais: Response Simulator, ADMS-COMMAND e GLPSobControle. O critério de seleção foi a priorização de jogos sérios planejados com o intuito de atender necessidades de treinamento em um cenário mais próximo com o do jogo proposto.

O Response Simulator, desenvolvido pela VSTEP Simulation [12], é um simulador que possui um módulo de resposta de emergência para serviços de contingência, no qual é possível treinar profissionais de segurança (por exemplo, em serviços de emergência, aeroportos, indústrias, portos). Pode ser usado para fins de evacuação, treinamento de segurança e proteção, bem como, treinamento de comunicação entre diferentes unidades de resposta a emergências.

O ADMS-COMMAND (Advanced Disaster Management Simulator), desenvolvido pela ETC Simulation [2], é um sistema de simulação de treinamento de emergência e gerenciamento de desastres, projetado para treinar comandantes de incidentes, socorristas e equipes de comando em um ambiente de realidade virtual. O treinamento pode ser feito em equipe, treinando toda a cadeia de comando simultaneamente, ou individual, treinando partes separadamente.

O GLPSobControle [9] é um jogo sério, com sete fases, para treinamento e avaliação do uso do procedimento operacional de controle de vazamento de gás de cozinha, realizado por bombeiros.

Response Simulator e ADMS-COMMAND são simuladores pagos e disponíveis na língua inglesa. Essas são limitações para seu uso em ambientes da academia (para treinamento de estudantes) e de governo (para treinamento de agentes operacionais). GLPSobControle é um jogo específico para o cenário de vazamento de cozinha, não sendo possível fazer alterações para outro contexto. Desta forma, é necessária a produção de um jogo sério específico para treinamento de contingência em um sistema de comunicação emergencial, conforme descrito na Seção 1 e relatado na Seção 3.

D. Método AIMED

O método AIMED (*Agile, Integrative and Open Method for Open Educational Resources Development*) tem como objetivo criar recursos educacionais interativos [10], inclusive jogos sérios, de forma colaborativa com os especialistas de um domínio (neste projeto, os colaboradores do NOC).

Os processos a seguir, seguindo o método AIMED, correspondem ao desenvolvimento do projeto, sendo que ao final de cada etapa foram realizadas verificações e validações dos artefatos desenvolvidos em conjunto com os colaboradores.

Processos Organizacionais: (1) Atividades de gerência: priorização, controle, revisão, avaliação, licenciamento e publicação; e (2) Concepção e aprovação do projeto: estudo e definição do escopo do jogo sério, a partir da identificação e análise das necessidades de treinamento; neste projeto, para contingência nos sítios de repetição. O artefato criado é uma "Proposta de produto e projeto".

Processo de Pré-produção: no Planejamento inicial: são definidas as necessidades pedagógicas (objetivos e competências a serem treinadas) e técnicas (simulação, interface, etc), e descritas em um "Plano inicial".

Processos de Produção: (1) Análise e planejamento da iteração: definição do cenário principal de treinamento e das ferramentas e artefatos necessários para criação do jogo

sério. A partir da análise do cenário é planejada a iteração de desenvolvimento do jogo sério, que resulta no "Plano de iteração"; (2) Projeto iterativo: elaboração das fases do jogo a partir da análise do cenário escolhido, especificação do projeto arquitetural, dos requisitos de fidelidade/simulação, da interface e interação, e elementos de jogo; (3) Implementação incremental: implementação, revisão, reúso e remixagem de artefatos (conteúdo, arte, áudio, vídeo e dados); e (4) Integração, testes e revisão da iteração: integração de recursos (conteúdo, arte, áudio, vídeo e dados), testes parciais e avaliação dos artefatos produzidos e da iteração realizada. Ao final das iterações, o "Jogo sério" é concluído e testado.

Processos de Verificação e Validação (V&V): é realizada ao final de cada processo, para garantir o desenvolvimento do produto correto e da forma correta.

III. DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO DO JOGO SÉRIO PARA TREINAMENTO DE CONTINGÊNCIA

Nesta seção são descritos os processos de produção do jogo sério para treinamento de contingência, usando o método AIMED.

A equipe de design e desenvolvimento do jogo sério foi composta por um graduando em Ciência & Tecnologia e uma docente em Ciência da Computação (especialista em desenvolvimento de jogos sérios). A equipe de especialistas foi composta por três seguintes integrantes: (1) chefe da divisão do Núcleo de Operação e Comunicação (NOC), responsável pelo gerenciamento dos equipamentos de telecomunicações da PMESP, com formação em Ciência da Computação; (2) chefe da seção de telecomunicações, responsável pela manutenção dos sítios de transmissão de comunicação, com formação em telecomunicações; e (3) chefe da divisão de redes e telefonia, responsável pela gestão das redes de computadores e sistema de telefonia da PMESP, com mestrado em Ciência da Computação, especialista em Planejamento, Implementação e Gestão da Educação a Distância, e doutorando em Engenharia de Produção.

A. Processos Organizacionais

Os processos organizacionais são relacionados com a gestão de projetos (concepção, priorização das atividades, controle e revisão dos artefatos criados e reusados), licenciamento e publicação. Neste projeto, a Concepção e Aprovação do Projeto foi uma atividade essencial, pois várias situações precisam ser treinadas, e de diferentes naturezas. Assim, para melhor classificação e análise, foram feitas duas reuniões para entendimento e priorização dos cenários de ameaça, e conseqüente cenários de treinamento, e após foi feito o uso da Matriz GUTF. Nas duas primeiras reuniões presenciais, realizadas no NOC, foram apresentadas: (1) sala de operações e controle, (2) todos os sistemas, (3) sítio de repetição, com GMG, antena e outros equipamentos, também foram discutidos alguns cenários de ameaças.

Os cenários foram divididos em categorias: falta de energia elétrica, roubos, problemas em equipamentos, incêndios (alarmes de incêndio, temperatura, ventilação de emergência), descargas atmosféricas, lógicos e outros. Com os resultados da matriz GUTF, com a inclusão do

atributo Frequência, foram priorizadas os principais cenários de ameaça, pelos agentes da PMESP, e depois avaliados os seus procedimentos padrões, pelos desenvolvedores deste projeto. Desta forma, foi possível analisar as principais necessidades pedagógicas e quais eram os melhores cenários para fazer o treinamento por meio de um jogo sério (no caso, falta de energia elétrica).

Sobre o Licenciamento, foram usados softwares livres para estudantes e/ou comunidade de desenvolvimento, bem como o jogo sério desenvolvido também é livre para o uso pelos agentes do NOC. Sobre a Publicação, o jogo final ficará disponível apenas para uso interno dos agentes do NOC.

B. Processo de Pré-produção

No planejamento inicial, foram definidas as necessidades pedagógicas e técnicas. Na parte pedagógica, as fases dos jogos foram planejadas seguindo os princípios de aprendizagem efetiva em jogos [11], e contemplaram os três primeiros níveis da taxonomia de Bloom no domínio cognitivo: reconhecer e reproduzir **conhecimentos** e protocolos (na fase 1) e **compreender**/estabelecer conexão entre os conhecimentos prévios com os novos e **aplicá-los** em situações concretas (na fase 2). Além disso, para este projeto, é imprescindível que o diagnóstico seja feito de maneira correta. Assim, de forma resumida, o plano inicial foi estabelecido: (1) Problema: falta de energia elétrica nos sítios de repetição, e consequente necessidade de diagnóstico rápido e resolução da situação; (2) Público-alvo: agentes que atuam no NOC; (3) Objetivos de treinamento: treinar o diagnóstico inicial da falta de comunicação, ocasionada pela falta de energia elétrica, entre viaturas e centros operacionais; e (4) Método de treinamento: uso de um jogo sério com diferentes fases de treinamento, com simulação do problema real.

C. Processo de Produção

Nesta seção são apresentados os resultados de duas iterações de produção do protótipo do jogo sério, referentes às fases 1 e 2 do jogo. O cenário proposto para o jogador é uma simulação da própria sala de operação e controle do NOC, sendo cada fase um contexto diferente relacionado à falta de energia elétrica. O jogo é desenvolvido em 2D e simula uma visão em 3D, vista de um determinado ângulo fixo, com menus disponíveis na tela do jogador para interação. A função do jogador é gerenciar o NOC e resolver os desafios propostos em cada fase, interagindo

com os menus do jogo que aplicam no ambiente comandos determinados (como análise de informações em alarmes e sensores, envio de técnicos, contato com empresas e diferentes profissionais, consulta de diagramas).

1) *Análise e planejamento da iteração*: O desenvolvimento foi planejado em duas iterações: primeira fase (falta de energia elétrica fornecida pela concessionária) e segunda fase (travamento da repetidora devido à uma queda temporária da energia elétrica). Foi priorizado o reuso de softwares livres e artefatos grátis disponíveis em repositórios na Web.

2) *Projeto iterativo*: A primeira fase foi projetada para treinar o jogador a identificar uma queda de energia elétrica da concessionária, e então, realizar o procedimento corretamente para manter um sítio de repetição em operação. Além disso, essa fase também permite que o jogador aprenda a manusear a interface do jogo, por meio de um tutorial simples, que explica as funções disponíveis e instrui como interagir com o ambiente proposto.

Inicialmente, o operador deve atender a um chamado no qual o GMG é acionado (Grupo Motor Gerador - que são geradores de energia instalados nos sítios e acionados caso a concessionária local deixe de fornecer energia). Depois de tomar conhecimento da situação (analisando os dados disponíveis), o operador deve executar o procedimento correto e então encerrar o chamado. Na **Figura 1** é ilustrado o procedimento a ser executado pelo jogador. Nesse caso, a interação é feita em apenas um sítio de repetição, onde a autonomia do GMG (baseada na quantidade de diesel consumida pelo gerador) equivale ao tempo para se completar a fase.

O jogador pode pedir ajuda, a qualquer momento, por meio da simulação de uma ligação para um agente superior. Existem três possíveis finais para essa fase: (1) "Incorreto": o jogador não achou o problema, diesel do gerador acaba (dessa forma, as viaturas ficam sem comunicação) e a missão é fracassada; (2) "Parcialmente correto": achou o problema, mas não verificou quantidade de diesel disponível e/ou abasteceu o GMG e encerrou o chamado. Nesse caso, em uma próxima ocorrência, a autonomia do GMG será menor, ou seja, resolveu o problema atual, mas pode prejudicar a resolução de um problema futuro; e (3) "Correto": achou o problema, consultou autonomia (quantidade de diesel) e enviou viatura para abastecer, e só depois finalizou o chamado.

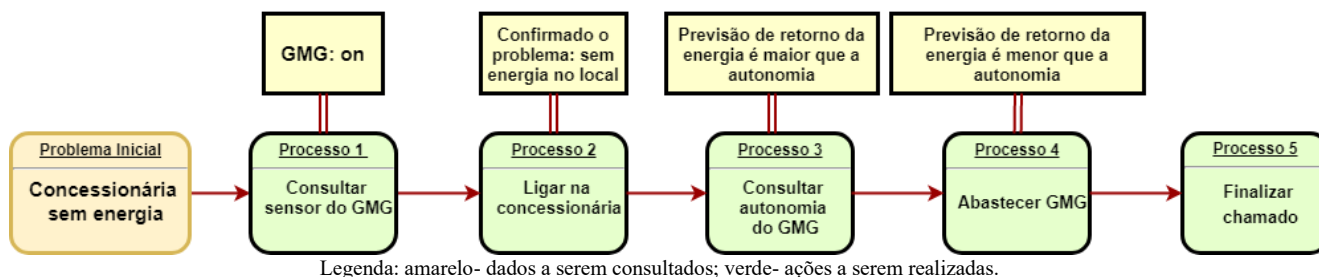


Fig. 1. Fluxograma dos procedimentos corretos da fase 1.

Na segunda fase o jogador tem um ambiente que exige análise das informações em mais de um sítio, com várias antenas de repetição. O jogador deve consultar diagramas, fazer testes e enviar técnicos para

resolver o problema. Os procedimentos estão presentes na **Figura 2**. Os finais identificados para esta fase são: (1) "Correto": jogador segue o protocolo corretamente (nesse caso, a interação é feita em três sítios de repetição

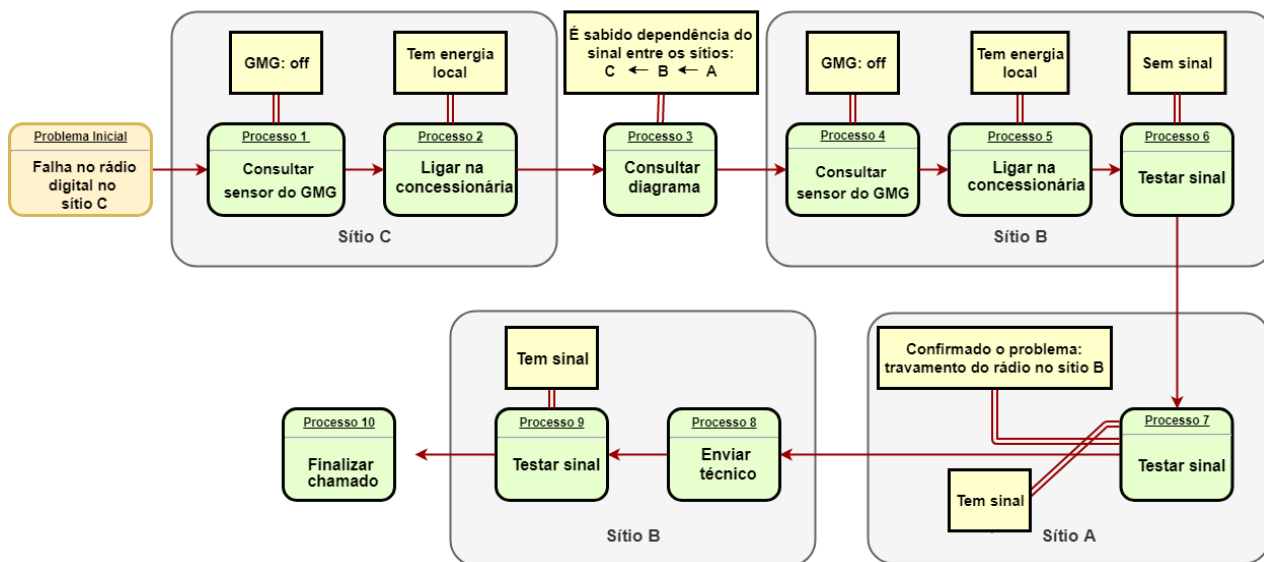
- A, B e C); e (2) "Incorreto": jogador demora para resolver o problema, no qual uma possível justificativa real é a troca de turno. Possíveis causas para a realização do procedimento de forma incorreta são: (a) o jogador não consulta o diagrama (não acha a origem do problema) e insiste em investigações (enviar técnico, fazer ligações à concessionária, enviar um agente no local para análise) no sítio C; (b) o jogador faz testes em outros sítios, mas não entende o problema; e (c) o jogador identificou o local do problema, mas não enviou o técnico a tempo para resolvê-lo.

É importante ressaltar que os cenários e procedimentos (em específico para essas fases) foram criados e validados em conjunto com os agentes do NOC. Além disso, os possíveis finais são apontados de maneira que o *feedback* seja direcionado ao jogador atendendo a necessidade pedagógica que houve dentro jogo. O

jogador passa para a próxima fase quando o procedimento foi executado corretamente.

3) Implementação incremental: Os recursos 3D foram selecionados do repositório gratuito © Google 3D Warehouse. A customização dos objetos foi feita por meio da versão gratuita do software © Google SketchUp. As fases foram projetadas na versão gratuita do © Unity 5.6, com a programação realizada na linguagem C#, com o uso da IDE MonoDevelop.

A **Figura 3** mostra a tela inicial, na qual é possível ver os botões que acionam as funções dentro do jogo. A visão do jogador é fixa e sua interação é somente entre os menus. Na **Figura 4** é apresentada uma das funções, ao clicar no botão "Diagrama" é apresentado um mapa com os sítios de repetição. Para isso, foi usado o Google Maps. Também foram usados áudios e imagens 2D grátis disponíveis em repositórios na Web.



Legenda: amarelo- dados a serem consultados; verde- ações a serem realizadas.

Fig. 2. Fluxograma dos procedimentos corretos da fase 2.



Fig. 3. Tela inicial do jogo (visualização do Núcleo de Operação Controle).

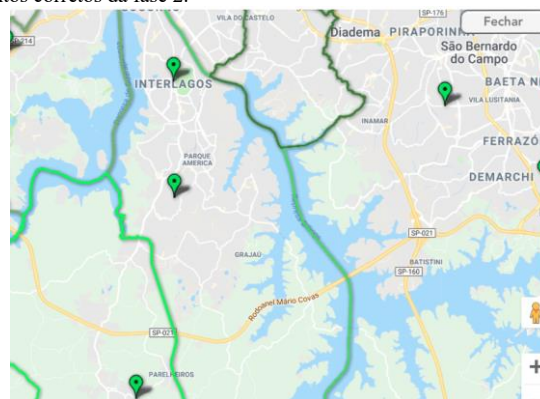


Fig. 4. Tela do jogo com o diagrama de rede (visualização dos sítios de repetição).

4) *Integração, testes e revisão da iteração*: Na atividade de integração, todos os artefatos do jogo foram integrados (arte, áudio, modelos 3D) ao código-fonte. Os testes realizados incluem testes de interface, interação e conteúdo, para garantir que as funcionalidades e *feedback*

funcionam corretamente [19][20] e que o conteúdo está de acordo com o que deve ser executado na realidade.

D. Processos de Verificação e Validação

As verificações e validações servem como pontos de controle e foram feitas ao longo da produção do jogo sério, por meio de reuniões com os agentes do NOC e equipe de desenvolvimento. Dessa forma, por meio de entrevistas (semi-estruturadas) foram validados os cenários e protocolos utilizados, bem como verificados os artefatos criados ao longo do projeto.

Foram realizadas duas reuniões iniciais, com visitas guiadas para conhecer os sistemas e um sítio de repetição, com intuito de entender e verificar as principais ameaças, e mais duas reuniões de validações. Uma para validar as possibilidades de falta de energia em um sítio de repetição e as principais ações corretivas, e outra para validar o protótipo proposto (com as duas fases). Durante esse período também foram realizadas discussões online, por meio de documentos compartilhados (p.ex: o preenchimento da matriz GUT expandida) e aplicativo de comunicação (p.ex: para resolução de dúvidas pontuais).

De forma geral, o processo de verificação e validação permitiu confirmar os requisitos pedagógicos de treinamento, sendo parte a priorização e validação do cenário de ameaça, projetar os protocolos operacionais de resolução dos problemas propostos nas fases, assim como avaliar com sucesso a viabilidade técnica de produção deste jogo.

IV. DISCUSSÕES

O objetivo principal deste projeto foi relatar a produção de um jogo sério para o treinamento de contingência nos sítios de repetição. Devido à alta complexidade do contexto, inicialmente foi necessário um aprofundado estudo sobre a rotina dos agentes do NOC, cenários de ameaças, bem como a pesquisa e análise de informações dos procedimentos adotados, o que só foi possível com a colaboração do NOC/PMESP, com a participação efetiva de especialistas durante o design e desenvolvimento desse jogo.

Osman e Balci [21] relatam quatro pilares que influenciam a qualidade de um jogo sério: (1) artefatos criados e produto final, (2) método e processos, (3) pessoas e (4) projeto. Avaliando o protótipo de jogo sério produzido, a partir dos pilares que influenciaram, temos:

(1) Artefatos e produto: diante do processo de validação do primeiro protótipo, foi constatado pela equipe do NOC que os cenários e protocolos operacionais refletem e satisfazem a resolução de potenciais problemas, podendo preparar os agentes antes que a ameaça aconteça. Além disso, foi ressaltada a necessidade de mais fases, devido a alta complexidade e possibilidade de diferentes causas de falta de energia. Dessa forma, o protótipo tem indícios que pode ser usado para treinamento das competências requeridas / objetivos desejados.

(2) Método e processos: foi usado o método AIMED, em conjunto com a matriz GUTF. A matriz GUTF foi usada para organizar, entender e priorizar as ameaças, sendo possível identificar que a falta de energia elétrica é o

principal desafio no ecossistema de telecomunicações, entre outras situações. O estudo dos cenários de ameaça, necessidades de treinamento e requisitos foi um desafio e demandou mais tempo que o esperado, apesar de já ser um desafio relatado na área de produção de jogos sérios para treinamento de emergências [3]. Entretanto, é importante ressaltar que esta pesquisa contribuiu com o levantamento desses cenários e a organização de procedimentos operacionais, o que é importante para trabalhos futuros que podem ser realizados em parceria com o NOC/PMESP. Além disso, a matriz GUTF mostrou ser um artefato que pode ser usado no levantamento de requisitos de outros jogos sérios, durante o processo de "Concepção e Aprovação do Projeto".

Após essa etapa inicial, o método AIMED foi aplicado e permitiu a produção do jogo sério de maneira sistemática e eficiente, de forma que os objetivos estejam alinhados com as necessidades presentes no NOC. Nesse contexto, foi possível planejar as necessidades pedagógicas e tecnológicas do jogo sério; definir um cenário principal de treinamento e planejar as iterações de desenvolvimento; projetar duas fases do jogo, identificando os principais erros e consequências; implementar e integrar o conteúdo dessas fases; e efetuar os testes e as verificações e validações. Além disso, os resultados das fases do jogo foram pensados de maneira que consigam dar um *feedback* preciso para o jogador, auxiliando no processo de aprendizagem da situação, para que em uma situação real, a fase do jogo venha incentivar a retomada de conhecimento e experiência.

(3) Pessoas: a produção do jogo sério envolveu a equipe técnica (com diferentes níveis de conhecimentos sobre a produção de jogos sérios e ferramentas de desenvolvimento), bem como especialistas no domínio de aplicação. Dessa forma, também foram necessários adquirir conhecimentos específicos. Em relação à experiência e competências obtidas, com a produção do jogo sério, foram adquiridos conhecimentos em relação ao funcionamento do sistema de comunicação emergência, sítios de repetição e subsistemas de energia elétrica. Além disso, foram adquiridos e aplicados conhecimentos em relação ao desenvolvimento de jogos sérios, bem como linguagem de programação e ferramentas de criação de jogos (Unity3D, entre outras). Em relação à pesquisa, foi possível desenvolver o pensamento científico, bem como aplicação do método de pesquisa. Também foram requeridas competências não técnicas, tais como, trabalho colaborativo (com agentes do NOC), resolução de problemas, tomada de decisão e criatividade.

Dessa forma, este trabalho corrobora com as três finalidades de uso de jogos na aprendizagem, segundo Mattar [6]: (1) aprender diretamente por meio de um jogo sério: neste caso, os agentes do NOC (finalidade que será aprofundada por meio da realização de um estudo de caso); (2) aprender criando um jogo: neste caso, os próprios desenvolvedores deste projeto, em relação à experiência e competências obtidas e (3) aprender usando o jogo para estimular o processo de ensino-aprendizado: neste caso, o uso do jogo pode motivar a leitura de manuais, procedimentos e a discussão entre instrutores-alunos e/ou agentes/superiores, tanto em conteúdo relacionado às ameaças propostas quanto de outras que não foram

abordadas (item que também deverá ser explorado em trabalhos futuros).

(4) Projeto: de forma geral, as atividades de gerenciamento deste projeto permitiram o envolvimento e integração de profissionais com diferentes responsabilidades e o design e desenvolvimento de um protótipo funcional do jogo sério.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi descrita a produção de um jogo sério para o treinamento de contingências nos sítios de repetição, ou seja, para o correto diagnóstico e execução dos procedimentos corretivos realizados em um sistema de comunicação emergencial. O projeto foi iniciado com levantamento das possíveis necessidades de treinamento em conjunto com a equipe do NOC, usando a Matriz GUTF. Para criar o jogo, o método AIMED foi aplicado. Com base na análise das necessidades pedagógicas para a elaboração do jogo sério, foram propostas 2 fases. A primeira fase visa apresentar as funções dentro do jogo e as interfaces, de maneira que o jogador se habitue com o cenário em uma emergência simples de falta de energia elétrica da concessionária. A segunda visa a avaliar a capacidade do jogador realizar o diagnóstico inicial, desafiando-o a identificar corretamente a causa do problema de repetidora em pane.

Em trabalhos futuros, um estudo de caso será realizado (processos de configuração, execução e avaliação do método AIMED). Além disso, há o mapeamento de outros cenários que podem ser usados para criar novas fases do jogo. Ademais, seria oportuno desenvolver um sistema de criação de fases, que possibilite a reconfiguração dos cenários com problemas de diversas naturezas. Dessa forma, a própria equipe do NOC poderá elaborar essas fases de acordo com a necessidade do treinamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as contribuições dos colaboradores do NOC/PMESP.

REFERÊNCIAS

- [1] CAMPOS, M.R.; ROCHA, R.V.; FARIAS, E.L. (2018) Análise e Simulação em colaboração ao diagnóstico e prevenção de panes nos Subsistemas de Energia dos Sítios de Repetição (antenas de comunicação emergencial) da Polícia Militar do Estado de São Paulo. In: XXXVIII ENEGEP, p. 1-10
- [2] ETC Simulation. (2000). ADMS-COMMAND: Advanced Disaster Management Simulator. Disponível em: www.trainingfordisastermanagement.com/products/training-incident-command-and-disaster-management/. Acesso: junho, 2019.
- [3] FIELD, J.; et al. (2010) Revised Crisis Management User and Training Requirements Report. CRISIS - Critical incident management training system using and interactive simulation environment.
- [4] GREEN III, W.G. (2000) Exercise Alternatives for Training Emergency Management Command Center Staffs. Command Center Staffs, USA: Universal Publishers.
- [5] IFRC. (2012) Contingency Planning Guide. Disponível em: www.ifrc.org/PageFiles/40825/1220900-CPG%202012-EN-LR.pdf Acesso: junho, 2020.
- [6] MATTAR, J. (2010) Games em Educação: como os nativos digitais aprendem. SP: Pearson.
- [7] MARSHALL JUNIOR, I. et al. (2008) Gestão da qualidade: teoria e casos. 9. ed: FGV.
- [8] ROCHA, R.V. (2014) Metodologia Iterativa e Modelos Integradores para Desenvolvimento de Jogos Sérios de Treinamento e Avaliação de Desempenho Humano. Tese UFSCar.
- [9] ROCHA, R.V.; CAMPOS, M.R. (2015) GLPSobControle: um jogo sério para o treinamento operacional de controle de vazamento de gás de cozinha. In Apps.Edu (Protótipo) - Anais dos Workshops do IV CBIE. p. 364-371.
- [10] ROCHA, R.V.; VALLE, P.H.D.; MALDONADO, J.C.; BITTENCOURT, I.I; ISOTANI, S. (2018) An Agile Method for Developing OERs and Its Application in Serious Game Design. In: Cristea A.; Bittencourt I.; Lima F.. (Org.). Communications in Computer and Information Science. Ied.: Springer. v. 832, p. 192-206.
- [11] TRYBUS, J. (2010) Game-Based Learning: What it is, Why it Works, and Where it's Going. NMI White Paper. New Media Institute, New York.
- [12] VSTEP Simulation. (2019) Response Simulator. Disponível em: www.vstepsimulation.com/response-simulator/. Acesso: junho, 2019.
- [13] BALCI, O. (2012) A Life Cycle for Modeling and Simulation. Simulation, v. 88, n. 7. p. 870-883.
- [14] ENGSTRÖM, H.; et al. (2011) Making a Game of the Old Testament Balancing Authenticity, Education and Entertainment. IADIS International Journal on WWW/Internet, v. 9, n. 1. p. 1-17.
- [15] MOTTA, J.P.F.; OLIVEIRA, M.A.; RODRIGUEZ, C.; GOYA, D.; VENERO, M.; ROCHA, R.V. (2019). Um relato sobre a capacitação e a produção de um jogo sério: a experiência de um projeto de extensão com um game para conscientização da adoção de animais. In: Proceedings of XVIII SBGames, p.1086-1095.
- [16] BLOOM, B.S. (1956). Taxonomy of Educational Objectives: the classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain. New York, NY, USA: McKay.
- [17] FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gestão & Produção, São Carlos, v. 17, n. 2. p. 421-431.
- [18] AHDELL, R.; ANDRESEN, G. (2001). Games and Simulation in Workplace eLearning. M.Sc. Dissertation, Norwegian University of Science and Technology, Department of Industrial Economics and Technology Management, Norway.
- [19] NOVAK, J. (2010). Desenvolvimento de Games. Tradução de Pedro Cesar de Conti. São Paulo: Cengage. 443 p.
- [20] SCHUYTEMA, P. (2008). Design de Games: uma abordagem prática. Tradução de Cláudia M. Belhassof. São Paulo: Cengage Learning. 447 p.
- [21] ASLAN, S.; BALCI, O. (2015). GAMED: digital educational game development methodology. Simulation, vol. 9(4), p. 307-319