

Elaboração de Game Design Document para Serious Games baseado em modelos Fram

Development of Game Design Document for Serious Games based on Fram models

Creación de Documento de Diseño de Juego para Juegos Serios basado en modelos Fram

Joaquim Eugênio Mattos dos Santos¹
Paulo Victor Rodrigues de Carvalho²

Resumo. Os sistemas sociotécnicos atuais exigem uma compreensão profunda dos processos por parte dos envolvidos em sua operação. Para apoiar isso, o modelo FRAM oferece uma maneira sistemática e inteligente de descrever como esses sistemas funcionam, promovendo a conscientização sobre seu potencial de resiliência positiva em meio a mudanças nas condições, comportamentos e recursos. A engenharia de resiliência, portanto, visa garantir a adaptação sistemática, mantendo as operações normais e os resultados esperados, mesmo em situações adversas. Uma tecnologia emergente que apoia o treinamento de indivíduos em sistemas sociotécnicos são os Jogos Sérios (*Serious Games*), que são em suma, aplicativos gamificados projetados para educar grupos específicos sobre comportamentos adequados no local de trabalho. Esses jogos proporcionam treinamento eficaz e, ao mesmo tempo, promovem redução de custos. No entanto, seu desenvolvimento normalmente segue uma estrutura diferente daquela usada para analisar sistemas sociotécnicos. No desenvolvimento de jogos, o GDD (*Game Design Document*) é um artefato técnico-descritivo que descreve os elementos funcionais e de design necessários no produto final. Devido à divergência de terminologia e conhecimento entre aqueles que modelam sistemas sociotécnicos resilientes com FRAM e as equipes envolvidas no desenvolvimento de jogos, o estudo propõe um método para construir um GDD que traduza características de sistemas sociotécnicos resilientes para um formato acessível a *designers* e desenvolvedores de jogos digitais. A metodologia envolveu revisão e análise documental de modelos de GDD e modelagem FRAM, correlacionando seus elementos para criar um modelo adaptado às necessidades dos *Serious Games*, disponível nos apêndices.

Palavras-chave: modelo FRAM. Jogos sérios. Treinamento. Engenharia de resiliência.

Abstract. Today's sociotechnical systems require a deep understanding of the processes involved in their operation. To support this, the FRAM model offers a systematic and intelligent way to describe how these systems work, promoting awareness of their potential for positive resilience amid changing conditions, behaviors, and resources. Resilience engineering, therefore, aims to ensure systematic adaptation, maintaining normal operations and expected outcomes, even in adverse situations. An emerging technology that supports the training of individuals in sociotechnical systems is Serious Games, which are, in short, gamified applications designed to educate specific groups on appropriate workplace behaviors. These games provide effective training while simultaneously promoting cost reduction. However, their development typically follows a different structure than that used to analyze sociotechnical systems. In game development, the GDD (*Game Design Document*) is a technical-descriptive artifact that describes the functional and design elements required in the final product. Due to the divergence in terminology and knowledge between those who model resilient sociotechnical systems with FRAM and teams involved in game development, this study proposes a method for building a GDD that translates characteristics of resilient sociotechnical systems into a format accessible to digital game designers and developers. The methodology involved reviewing and analyzing documents of GDD and FRAM models, correlating their elements to create a model adapted to the needs of Serious Games, available in the appendices.

Keywords: FRAM model. Serious games. Training. Resilience engineering.

¹Mestrando em Informática, PPGI-UFRJ. <https://orcid.org/0009-0009-8198-784X>. E-mail: joaquim.eugenio.mattos@gmail.com

²Doutor em Engenharia de Produção. Instituto de Engenharia Nuclear, Universidade Federal do Rio de Janeiro. <https://orcid.org/0000-0002-9276-8193>. E-mail: paulov195617@gmail.com

Resumen. Los sistemas sociotécnicos actuales requieren una comprensión profunda de los procesos que intervienen en su funcionamiento. Para ello, el modelo FRAM ofrece una forma sistemática e inteligente de describir el funcionamiento de estos sistemas, promoviendo la conciencia de su potencial de resiliencia positiva ante condiciones, comportamientos y recursos cambiantes. Por lo tanto, la ingeniería de resiliencia busca garantizar la adaptación sistemática, manteniendo las operaciones normales y los resultados esperados, incluso en situaciones adversas. Una tecnología emergente que apoya la formación de personas en sistemas sociotécnicos son los Serious Games, que son, en resumen, aplicaciones gamificadas diseñadas para educar a grupos específicos sobre comportamientos adecuados en el lugar de trabajo. Estos juegos proporcionan una formación eficaz a la vez que promueven la reducción de costes. Sin embargo, su desarrollo suele seguir una estructura diferente a la utilizada para analizar sistemas sociotécnicos. En el desarrollo de videojuegos, el GDD (Documento de Diseño del Juego) es un artefacto técnico-descriptivo que describe los elementos funcionales y de diseño necesarios en el producto final. Debido a la divergencia terminológica y de conocimientos entre quienes modelan sistemas sociotécnicos resilientes con FRAM y los equipos involucrados en el desarrollo de videojuegos, este estudio propone un método para construir un GDD que traduzca las características de los sistemas sociotécnicos resilientes a un formato accesible para diseñadores y desarrolladores de juegos digitales. La metodología implicó la revisión y el análisis de documentos de modelos GDD y FRAM, correlacionando sus elementos para crear un modelo adaptado a las necesidades de los juegos serios, disponible en los apéndices.

Palabras clave: Modelo FRAM. Juegos serios. Entrenamiento. Ingeniería de resiliencia.

Introdução

Os sistemas sócio-técnicos atuais apresentam elevada complexidade, integrando máquinas automatizadas, atuação de profissionais de diferentes áreas, migração de dados sensíveis e alta pressão por resultados em curto prazo. O bom funcionamento desses sistemas depende cada vez mais de sua capacidade de adaptação e resposta eficiente mesmo em condições adversas.

Essa capacidade está relacionada ao conceito de resiliência, caracterizado por sistemas que mantêm suas operações mesmo diante de distúrbios e situações inesperadas (Hollnagel & Colligan, 2014). Nesse contexto, o modelo FRAM (*Functional Resonance Analysis Method*) se destaca como ferramenta da Engenharia de Resiliência ao considerar a diferença entre o “Trabalho como Imaginado” (*Work as Imagined*) e o “Trabalho como Realizado” (*Work as Done*), incorporando as adaptações realizadas no dia a dia pelos atores do sistema.

Com base nesse modelo, a criação de Serious Games torna-se uma estratégia eficaz para treinamento em contextos realistas, permitindo a simulação de situações atípicas e a consolidação do *Work as Done*. No entanto, transformar uma modelagem FRAM em um jogo digital requer uma interface eficiente entre especialistas do sistema e desenvolvedores, os quais utilizam o *Game Design Document* (GDD) como principal referência para desenvolvimento de jogos.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo apresentar um método de elaboração de um GDD baseado em uma modelagem FRAM, de modo a representar de forma clara e objetiva os elementos essenciais a serem virtualizados. A pesquisa será composta por duas fases

principais: a fase 1, que mapeia as relações entre os elementos do FRAM e os diferentes componentes do GDD; e a fase 2, que realiza a elaboração prática da metodologia, por meio da criação de um GDD a partir do modelo FRAM que pode ser utilizado para levantar os requisitos de um treinamento virtualizado de um sistema resiliente.

Fundamentação Teórica

Neste referido capítulo, aborda-se os principais conceitos utilizados no desenvolvimento do método, a motivo de elucidar questões sobre estruturação teórica e embasamento do processo de construção das principais características do trabalho.

Método FRAM

O FRAM, sigla que remete ao nome *Functional Resonance Analysis Method*, constitui a metodologia que emprega o ideal de que há uma necessidade de entender e descrever como a performance em sistemas sócio-técnicos complexos está intrinsecamente ligada à variabilidade presente no dia a dia de trabalho (Patriarca et al., 2020).

Isto posto, os resultados provenientes de um sistema sócio-técnico remetem a como a variabilidade de ações performadas pelos atores, pode ser benéfica para os resultados encontrados nesses sistemas. A teoria por trás do FRAM admite que há uma falta de conhecimento sobre como essas ações influenciam na performance, uma vez que não são explicitadas e levantadas em modelos de processos e negócios até então (Hollnagel, 2012).

Porém, esse pensamento surge inicialmente como um aspecto diretamente relacionado à área de segurança e prevenção de acidentes, uma vez que a sigla por si só era baseada no nome *Functional Resonance Accident Model*, proposto por Hollnagel (2004, como citado em Patriarca et al., 2020).

O conceito surge como uma mudança na maneira como a segurança de sistemas sócio-técnicos era compreendida. Uma vez que com o avanço da tecnologia, os sistemas se tornaram cada vez mais complexos e compostos por muitos atores de diferentes segmentos, a estrutura originalmente datada da década de 60 e 70, compreendia uma forma de reconhecer o sistema através de definições lógicas e altamente compreensíveis, modelando sistemas com base em estados bimodais, ou seja, os componentes do sistema ou estão funcionando, ou não funcionando, ignorando as possíveis interseções entre esses estados.

Em contrapartida, o modelo FRAM, sugeria que a compreensão dos novos sistemas sócio técnicos necessitava de um novo formato de levantamento de dados, que reconhecesse a variabilidade dos componentes e o seu impacto no resultado.

Apesar de o FRAM ter surgido como uma maneira de compreender as razões por trás de acidentes, principalmente na área de transportes (Woltjer & Hollnagel, 2007), a partir da publicação do primeiro artigo que se refere ao modelo, a estrutura sugerida se tornou popular na área de pesquisa de sistemas sócio-técnicos (Patriarca et al., 2020). A partir dessas primeiras impressões do método, um grupo de pessoas interessadas em estudar mais a fundo a sua estrutura organizou reuniões informais, que a partir de um certo tempo receberam o nome de *FRAMily*. Após mais de 15 anos de sua primeira edição, 13 reuniões do *FRAMily* já foram realizadas em diferentes países da Europa (Patriarca et al., 2020). A partir dessas conversas e análises de como os resultados dos modelos eram benéficos para conhecimento de sistemas modernos, foi reconhecido por grande parte do grupo, que na verdade FRAM não era apenas um modelo, mas um método que poderia ser aplicado à áreas diversas, e não apenas em situações de segurança em acidentes como fora sugerido em suas primeiras publicações.

O livro publicado em 2012 por Hollnagel descreve de forma completa e detalhada os aspectos principais de modelagem do método de análise de ressonância, o que amplificou o acesso à teoria e se tornou uma espécie de manual de uso para construção de modelos FRAM.

Um dos principais aspectos do método FRAM é expor o trabalho como ele é realizado (*Work as Done*), em contrapartida ao que foi inicialmente imaginado (*Work as Imagined*), para isso, o método prevê alguns princípios necessários para compreender como as etapas realmente acontecem (Hollnagel, 2012). Esses aspectos podem ser resumidamente listados como:

“Princípio da Equivalência”: Segundo Hollnagel (2012), este princípio compreende que diferentes consequências não necessariamente necessitam de diferentes causas, mas que a mesma explicação pode ser utilizada para vários ou todos os casos.

“Princípio da Emergência”: Conforme proposto por Hollnagel (2012), compreende que nem todos os resultados podem ter uma explicação ou causa facilmente identificável e previsível.

“Princípio da Ressonância”: Para Hollnagel (2012), em casos que não é plausível ou razoável encontrar uma relação de causalidade entre os resultados, a ressonância funcional pode ser usada para descrever como foi possível atingir os resultados apresentados.

“Princípio de Ajustes de Aproximação”: Hollnagel (2012) define que os atores humanos envolvidos nos sistemas sócio técnicos ajustam suas ações continuamente para se adaptarem às condições propostas no dia a dia.

Game Design Document (GDD)

A sigla GDD se refere à *Game Design Document*, um artefato considerado essencial para a produção de qualquer gênero de jogo digital.

No GDD devem conter todas as ideias a serem implementadas no produto final, e representar fielmente o que se espera da aplicação (Fahme & Khan, 2021) a fim de servir toda a equipe envolvida na produção do software, se tornando a principal fonte de informações necessárias para o seu desenvolvimento.

Isto significa que desenvolvedores, designers, artistas e quaisquer outros profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento do jogo digital devem conseguir consultar tal documento e retirar do mesmo a fonte que servirá como base para execução perfeita dos seus trabalhos, sempre tendo em vista o objetivo da aplicação que é descrito também neste artefato. Geralmente, este documento é redigido por um profissional dedicado, que observa as variáveis envolvidas e as transpõem em forma de tópicos e elementos gráficos. (Fahme & Khan, 2021)

Apesar do GDD ser utilizado há décadas no mercado de desenvolvimento de jogos digitais, não há um modelo específico de documento a ser seguido pela indústria, principalmente pelo fato de haver muita diversidade de objetivos e características a serem inseridas no produto final, o que fornece abertura para diferentes modelos de documento, cada um voltado para seu respectivo objetivo. Porém, a maioria dos modelos observados em utilização derivam de uma fórmula simplificada a ser descrita a seguir.

A elaboração de um modelo básico de GDD leva em consideração ao menos 4 elementos (Schell, 2008). Tais elementos são:

Em relação às mecânicas, segundo Schell (2008), envolvem diretamente os procedimentos e regras presentes no jogo. Definem exatamente o objetivo da aplicação e como os jogadores/usuários podem alcançá-lo. Esse aspecto está diretamente ligado à tecnologia a ser utilizada no jogo, uma vez que é através dela que os jogadores vão interagir com os elementos digitais e realizar as tarefas e objetivos propostos.

Já no aspecto da História, Schell (2008) considera que a história está comumente relacionada aos eventos prévios que levaram ao estado atual do universo proposto no jogo, dentro dessa perspectiva, a história pode ser pré-formatada ou alterada de acordo com o curso do jogador. A história tem um impacto grande na estética proposta pelos jogos uma vez que a ambientação e outros elementos precisam estar em consonância com o enredo.

Quanto à estética, Para Schell (2008) esta é a forma como o jogo é visto e experimentado. Ligada principalmente ao design visual, inclui características artísticas,

sonoras, aspectos imersivos que promovem o primeiro impacto no jogador. Nessa parte do documento define-se a proposta de o jogo ser realista ou não, em ligação direta com as narrativas expostas no tópico “História”.

No que tange à Tecnologia refere-se principalmente à tecnologia empregada no jogo e como os jogadores vão interagir com o mesmo, segundo proposto por Schell (2008). Isso inclui a plataforma a ser utilizada, os elementos físicos que servirão de interface humano-máquina e quaisquer outros pontos relacionados à tecnologia empregada que terão impacto na experiência. A tecnologia pode também definir os limites que o jogo possui do ponto de vista das mecânicas, uma vez que alguns hardwares podem impor limitações às mecânicas utilizadas.

Metodologia

Este trabalho se caracteriza como um estudo de análise documental e criação de um modelo técnico-descritivo em forma de GDD que seja capaz de reunir informações de sistemas resilientes utilizando como base uma modelagem FRAM, para alcançar esse fim, foi realizada uma revisão em artigos e livros para identificar modelos de GDD existentes, com o objetivo de compreender suas estruturas, aplicações e selecionar aquele mais adequado à adaptação do modelo FRAM. Essa etapa permitiu reunir referências que orientassem a construção de um GDD alinhado às necessidades de documentação voltadas ao desenvolvimento de Serious Games.

Com base na análise dos modelos pesquisados, foram definidas diretrizes para a extração de dados do FRAM e sua posterior organização em um GDD. Essas diretrizes serviram como base para estruturar um modelo de design que possibilitasse representar, de forma clara e funcional, as informações necessárias à criação de um Serious Game a partir de um processo técnico real.

Definição de tópicos do GDD ideal

A premissa deste trabalho se baseia no conceito de utilizar um documento de design para criação de jogos eletrônicos, porém como já explicitado anteriormente não há um padrão especificamente definido para esse artefato documental, o que sugere que sua criação pode ser feita de acordo com a necessidade do projeto.

Apesar de não existir este padrão, alguns autores e pesquisadores sugerem diferentes modelos que podem ser aplicados a uma gama maior de projetos, incluindo *Serious Games*.

Seguindo essa proposta, foi realizada uma pesquisa em revisões sistemáticas (Patriarca et al., 2020), a fim de compreender se algum modelo pré-existente seria capaz de suprir as necessidades encontradas na extração de dados de modelos FRAM.

O ponto a ser considerado na busca por esse modelo, foi determinar quais são as informações que os modelos FRAM usualmente apresentam e que podem explicitamente serem traduzidas nos documentos de design.

Ao levar em consideração a estrutura de um nodo de uma modelagem FRAM, os aspectos em destaque dizem respeito ao fluxo de informações e dependências de cada função (Figura 1).

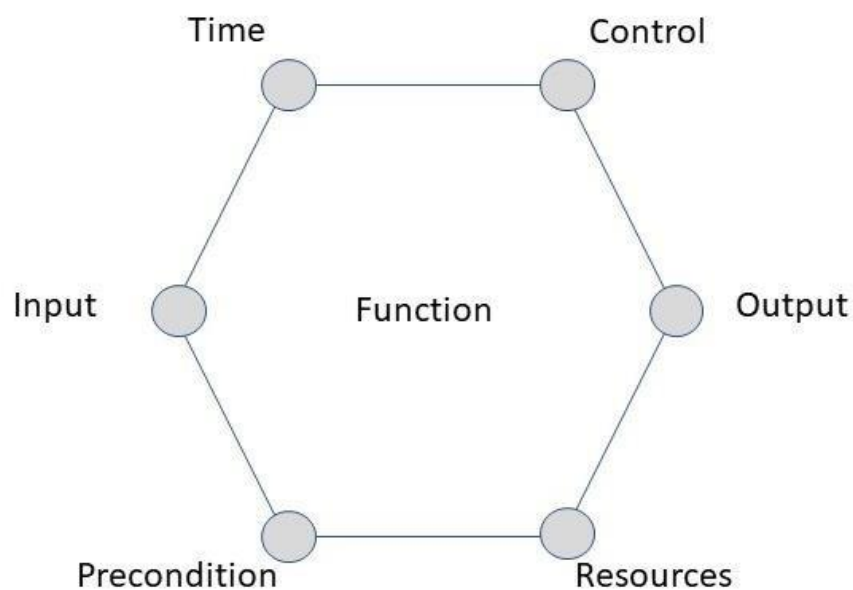


Figura 1. Nodo do FRAM

Fonte: Hollnagel (2012).

A partir da análise desse contexto foi possível determinar que o modelo de GDD a ser utilizado deveria ter em sua composição campos para preenchimento das seguintes informações: Mecânicas de Game - Funções, Fluxo/Progressão - *Input/Output/Control*, Ferramentas/Itens - Recursos, Regras/Obstáculos - Pré-condições/Tempo.

Uma vez que essas informações estivessem contidas no modelo, seria possível preencher outros campos com a derivação da análise dos campos já existentes.

Apesar de sugerir uma correlação entre aspectos do FRAM e campos a serem preenchidos no modelo de GDD desejado, esta relação não é estrita, podendo haver aspectos que se insiram em outros campos, a definir pela complexidade do modelo de GDD utilizado.

Definição do modelo de GDD

A fim de encontrar qual modelo de GDD já proposto anteriormente na literatura que pudesse de alguma forma atender aos tópicos necessários para cobrir os aspectos da modelagem FRAM, foi realizada uma consulta à trabalhos de revisão sistemática (Hira et al., 2016) desses modelos do artefato.

Os modelos foram selecionados segundo alguns critérios previamente estabelecidos. Os critérios objetificaram principalmente a inclusão de modelos de GDD que sejam relevantes academicamente, considerando o intervalo de 25 anos para inclusão de publicações do período de consolidação acadêmica do *Game Design* como disciplina formal, número de citações que revele a sua influência em contexto acadêmico além disso foram considerados modelos que possam de alguma forma se adaptar ao contexto da pesquisa, respeitando critérios de formatação, publicação e exemplificação (Tabela 1).

Tabela 1: Critérios para Seleção dos Modelos de *Game Design Document* (GDD)

Critério Técnico	Descrição	Padrão mínimo estabelecido
1. Número de citações (Google Scholar)	Mede o impacto e reconhecimento acadêmico da obra.	≥ 50 citações
2. Estrutura formal padronizada	Presença de seções bem definidas no GDD (mecânicas, IA, interface, narrativa etc.).	Estrutura segmentada e replicável
3. Adoção em instituições de ensino/formação	Utilização documentada em cursos de graduação, pós ou escolas técnicas de game design.	Presença em bibliografias curriculares
4. Documentação completa e acessível	Disponibilidade pública ou editorial, com explicações claras e exemplos aplicados.	Acesso a versão oficial ou publicada do modelo
5. Aplicação em jogos sérios ou complexos	Capacidade do modelo para contemplar fluxos de simulação ou jogos com objetivos além do lúdico.	Aplicável a jogos sérios, educacionais ou simuladores
6. Atualização ou manutenção do modelo	Indica adaptação contínua do modelo às práticas atuais da indústria de jogos.	Publicado ou revisado nos últimos 25 anos

Fonte: Autores (2025).

A partir da aplicação dos critérios supracitados os modelos de GDD dos seguintes autores foram selecionados para a pesquisa: Schuytema (2008), Motta e Trigueiro Jr. (2013), Rogers (2012), Rouse (2004) e Fullerton e Zimmerman (2014).

Começando pelo modelo de Schuytema (2008), o autor define que o GDD é uma estrutura com os itens necessários para construção de um jogo comum. Para o autor, os tópicos a serem cobertos pelo artefato devem ser:

- I. Visão geral essencial.
 - a. Resumo.
 - b. Aspectos fundamentais.
 - c. *Golden nuggets* (Diferenciais).
- II. Contexto do game.
 - a. História do jogo.
 - b. Eventos anteriores.
 - c. Principais jogadores.
- III. Objetos essenciais do game.
 - a. Personagens.
 - b. Armas.
 - c. Estruturas.
 - d. Objetos.
- IV. Conflitos e soluções.
- V. Inteligência artificial.
- VI. Fluxo do jogo.
- VII. Controles.
- VIII. Variações do jogo.
- IX. Definições.
- X. Referências.

Apesar de o autor admitir que o modelo pode sofrer alterações para que aumente a sinergia com o material pensado para o jogo final. Alguns tópicos elencados pelo modelo de Schuytema (2008) divergem bastante do conceito inicial de *Serious Game*, ainda mais considerando o contexto da modelagem FRAM. Dentre eles podemos destacar: *Golden Nuggets* (Diferenciais), História do Jogo, Armas, Estruturas e Conflitos e Soluções. Dentro de uma estrutura de jogo para treinamento, boa parte desses pontos precisariam ser reformulados completamente, e o uso do modelo se tornaria mais trabalhoso do que apenas um preenchimento de campos, o que se afasta do princípio deste trabalho. Por conta desses itens, esse modelo não foi considerado como um bom guia de desenvolvimento.

Dentre outros autores que desenvolveram modelos de GDD próprios, temos o proposto por Motta e Trigueiro Jr. (2013), que tinham por objetivo construir um GDD que fosse curto, referido como *Short Game Design Document*, que seria especialmente útil para campanhas de construção de jogos em um curto espaço de tempo como em competições e maratonas

conhecidas mundialmente como *Game Jams*. A obra dos autores lista tais itens a serem preenchidos: História, Jogo, Listagem e *Level Design*.

Ao avaliar esses tópicos e entender sua importância para construção de um simulador, é notório que faltam muitos aspectos como ferramentas, desafio, mecânicas, entre outros que pelo contexto de diminuição do escopo do artefato para facilitação acaba por simplificar demais quando considerados outros contextos. Por conta desse fato, esse modelo também não se encaixa na proposta da pesquisa.

Na tentativa de encontrar modelos que compreendessem mais tópicos e pudessem atribuir consistência ao documento, uma das abordagens estudadas foi a proposta por Rogers (2012). O autor sugere que a construção do jogo é um processo que precisa ser definido em diferentes camadas, portanto, surge a divisão do GDD em 3 submodelos.

São eles: *One Sheet*, *Ten Pager* e *Beat Chart*. Ao entrar no detalhe de cada submodelo, compreende-se que o *One Sheet* é uma versão simplificada, que contém os seguintes tópicos:

- Título do jogo.
- O propósito do sistema do jogo.
- Faixa etária (público-alvo do jogo).
- *Intended Entertainment Software Rating Board* (ESRB) - Restrições de Idade
- Resumo da história do jogo
- Os diferentes modos que o jogo pode conter, exemplos: *Single Player*, *Multiplayer*.
- *Marketing* do jogo, focado na área de vendas e publicidade
- Analisar o *Benchmark* buscando concorrentes no mercado.

Ao correlacionar os tópicos sugeridos por Rogers (2012) nesse primeiro submodelo do seu documento, fica claro o apelo comercial que sua abordagem presume. Uma vez que o objetivo final é criar um documento para um simulador que não tem apelo comercial, a versão resumida já não se encaixa nos parâmetros esperados por esse trabalho. Porém, para descartar sumariamente o uso desse modelo, é importante verificar o que os submodelos subsequentes têm a apresentar para entender se caberia algum tipo de adaptação de conceitos, uma vez que os submodelos aprofundam o que é proposto no *One Sheet*. Portanto, para o submodelo mais completo proposto por Rogers (2012), o *Ten Pager* descreve os seguintes parâmetros:

1. Página de Título do *Ten-Pager*.

- Título do jogo.
- Público-alvo.
- Faixa etária (com relatório do órgão que classifica a faixa etária ideal para o jogo).
- Data para lançamento do projeto.

2. Esboço do jogo.

- Resumo da história do jogo, uma visão detalhada do *One Sheet*.
- Fluxo do Jogo.
 - Quais são os desafios enfrentados pelo jogador?
 - Quais serão as tomadas de decisões para vencer os desafios?
 - Sistema de recompensa, como o jogador irá crescer conforme o progresso do jogo?
- Como seria a jogabilidade de acordo com a história?
 - O jogador encontrará quebra cabeças?
 - Terá acessos a novas áreas?
 - O jogador terá que lutar contra chefes para liberar novas áreas?
 - Ao vencer liberará novos objetivos?
- Condições de Vitória
 - O jogador precisa salvar o universo?
 - Derrotar todos os inimigos?
 - Coletar um determinado número de itens?

3. Personagem – As características a serem abordadas são:

- Idade.
- Sexo.
- Como ele vai parecer?
- A história do personagem.
- Descrição da personalidade.
- Descrição dos controles do Personagem.

4. Gameplay.

- Se o fluxo vai ser baseado em fases, capítulos, rodadas ou um mundo aberto.
- Descrição dos cenários com ilustrações.
- Como vai ser o sistema de salvamento do progresso do jogo.

5. Mundo do Jogo – O que o jogador irá encontrar neste mundo?

- Desafios?
- Monstros?
- Missões?
- Novos personagens para ajudá-lo na jornada?

6. Experiência do Jogo

- Primeiras impressões do Jogo

- Definições de melhores efeitos sonoros
- Como o jogador utilizará a interface do jogo?

7. Mecânicas de Jogo.

- Mecânica: Objetos que o jogador irá interagir (Abrir baús, abrir portas, mover plataformas?)
- *Hazards* (Perigos): Objetos que podem machucar o personagem ou causar a condição de derrota no jogo (Jatos de Fogo? Plataformas elétricas?).
- *Power-Ups* (Itens de ajuda): Dinheiro? Poções que aumentam a vida do personagem?
- Coletáveis: Itens a serem utilizados no decorrer da experiência (Pedaços de um determinado quebra-cabeça; Itens necessários para adquirir novos itens; Chave de portas).

8: Inimigos.

- Como será a inteligência artificial dos inimigos?
- Como eles farão para atrapalhar o jogador a atingir seus objetivos?
- Como o jogador poderá superá-los?
- Os inimigos possuem uma história por trás do enredo?

9. Cenas animadas.

- O jogo terá cenas feitas com animação 2D ou animação 3D?
- A ilustração de cada cena do jogo será descrita nesta seção.

10. Material bônus.

- Materiais extras que podem ser desbloqueados pelo jogador.

A realização da análise desse segundo submodelo proposto por Rogers (2012), evidencia alguns aspectos que seriam bastante úteis na construção de um GDD para um Serious Games. Boa parte desses tópicos estão cobertos no item 2, “Esboço do jogo” quando o modelo propõe uma visão mais objetiva sobre fluxo, desafio, progressos e condições de vitória. Esses aspectos podem ser relacionados aos nodos do FRAM em alguma escala, principalmente quanto aos desafios a serem superados e as condições de vitória que seria a execução completa do evento de um sistema resiliente. Porém, ao avançar mais no submodelo, encontramos itens que já não convergem com o objetivo final, como por exemplo as entradas esperadas no tópico do item 5, “Mundo do Jogo” no qual se esperam definições fantásticas que se assemelham muito mais a jogos de entretenimento, seguido do que é esperado no tópico do item 7, “Mecânica do Jogo”, que pressupõe uma missão com perigos iminentes e itens que ajudam a

superar tais perigos, mais uma vez demonstrando a afinidade do documento com uma realização de um jogo de universo fantasioso.

Por conta dessas observações, não houve necessidade de avaliação do terceiro submodelo proposto por Rogers (2012) uma vez que a sua descrição mais completa já se distancia substancialmente do que o trabalho busca.

Na busca por mais modelos que pudessem interessar na construção do trabalho, foi pesquisado o modelo proposto por Fullerton e Zimmerman (2014), que inicialmente parece contrastar com o modelo de Rogers (2012) anteriormente analisado. Esse ponto é observado principalmente pela maior simplicidade dos itens listados, como pode se observar na estrutura:

- *Design* da História.
- Essência do jogo.
 - Qual será o foco do jogo?
 - Como será a experiência passada para o jogador?
 - Como será a aparência do jogo?
 - Qual será a época temporal do jogo, se passa na era medieval, atual ou futurística.
 - Qual é o diferencial da mecânica do jogo.
- Público-alvo, Marketing e Plataforma.
 - Qual é a faixa etária do jogo?
 - Qual é o gênero do jogo?
 - Qual plataforma o jogo será executado (PCs, Consoles)?
 - Por que esta foi a plataforma escolhida?
- Gameplay.
 - Descrição detalhada de funções do jogo.
 - Condições de vitória e derrota.
 - Descrever o sistema de níveis.
 - Detalhar as áreas que afetarão a mecânica do jogo com ilustrações.
 - Sistema de interface e menus do jogo.
 - Como o jogador navegará por essa interface.
- Personagens (se tiver).
 - Descrição dos personagens.
 - Chefes e inimigos que o personagem enfrentará.
 - Inteligência artificial.
 - Funções de cada personagem.
- História.

- Sinopse.
- História completa do jogo.
- Ferramentas de narrativa, como a história será transmitida ao jogador.
- Descrever eventos passados
- Mundo.
 - Como será o design do mundo
 - Como é o mapa do mundo
 - Sequência de objetivos que destrancam novas áreas
 - Descrição de elementos físicos
 - Descrição da física dos objetos
 - Como será a climatologia do mundo
- Lista de Mídias.
 - Efeitos sonoros da interface.
 - Sons ambientes.
 - Trilhas sonoras.
- Viabilidade Técnica.
 - Como será codificado o jogo.
 - Descrever tecnologias novas utilizadas para executar o jogo, caso existam.
 - Análise de custo do jogo.
 - Recursos necessários para produzir o jogo.
 - Hardwares e softwares são necessários para executar o jogo
 - Como será efetuada a entrega do jogo.
 - Definir se o jogo será online, se sim, definir a quantidade de jogadores permitida.
 - Descrever sistema de salvamento do jogo.
 - Descrever se o jogo precisa de um manual de instalação.

Observando cada item do modelo, a generalização dos conceitos facilitaria uma adaptação de seus tópicos. Principalmente em quesitos como *Gameplay*, que definem condições de vitória e derrota e no tópico de Viabilidade Técnica, que considerando o uso de tecnologias imersivas comumente incluídas em simuladores, seria um bom aspecto a ser coberto. Porém, ao consultar outros pontos do modelo, não há uma relação direta com os nodos de um diagrama FRAM, como por exemplo a descrição de “Chefes e inimigos” que sugerem um contexto de batalha que obviamente não está presente em simuladores. Isso vale para a parte de lista de mídias que precede o uso de trilha sonora, entre outros elementos que simuladores não contemplam.

Portanto, mais uma vez não foi considerado um bom ponto de partida para a elaboração de um GDD que sirva para tradução dos fluxos e contextos de uma modelagem de sistema resiliente.

Ao realizar mais pesquisas em sugestões de tópicos de modelos de GDD foi constatado que a melhor metodologia de obtenção de campos a serem preenchidos que pudessem abarcar a elaboração de um simulador de sistema resiliente foi a descrita por Rouse em seu livro *Game Design: Theory and Practice* (Rouse, 2004). Rouse (2004) destaca em seu livro que um GDD deve conter as seguintes seções a serem preenchidas devidamente:

- Tabela de Conteúdos
- Introdução
- Mecânicas de Game
- Inteligência Artificial
- Elementos do Jogo
- Progressão do Jogo
- Menus do Sistema

A simplicidade do sistema proposto por Rouse (2004), e a objetividade dos seus tópicos parecem convergir plenamente com uma descrição de um simulador técnico.

Resultados e Discussão

Com a pesquisa e leitura de vários modelos disponíveis de GDD, foi possível estabelecer como resultado a elaboração de um modelo de documento seguindo a técnica de correlação de tópicos. Portanto, na descrição de cada um desses campos elaborados por Rouse (2004) que devem ser preenchidos, há uma correlação direta ou indireta com os aspectos que são definidos em modelos FRAM completos. Como descrito abaixo:

“Tabela de Conteúdos”: O sumário do GDD, uma forma de facilitar a pesquisa por tópicos ou subtópicos específicos. É uma categoria que não tem relação direta com o FRAM, porém faz parte da organização de um documento com este grau de informações.

“Introdução”: Um breve resumo de uma página que contém apenas o que há de mais relevante para entender do que o jogo se trata. Essa informação pode ser obtida ao fazer uma análise do caso a ser representado pelo FRAM. O título que o modelo FRAM carrega, é a melhor base para definição deste resumo.

“Mecânicas do Jogo”: O que o usuário é capaz de realizar dentro daquele universo proposto. Muitas vezes referenciada como *Gameplay*, descreve exatamente os controles básicos que o jogador deve realizar para seguir o fluxo esperado. Este tópico leva em

consideração uma análise das funções apresentadas no FRAM. Ao observar o fluxo representado por um modelo FRAM, para que ele seja completado corretamente o usuário precisa se mover por um cenário real? Se sim, a mecânica de movimentação deve ser incluída neste tópico assim como outras mecânicas básicas como por exemplo um botão de ação que terá diferentes resultados para cada equipamento.

“Inteligência Artificial”: Este tópico deve definir como o mundo virtual reage às ações do jogador e interage com ele. Deve incluir o que personagens não jogáveis (NPC) realizam no universo do jogo e se/como interagem com o jogador durante a jornada das missões. Em associação com o FRAM, ao definir o fluxo que será virtualizado, é necessário identificar se existem outros atores neste sistema resiliente que terão ações diretamente ligadas ao fluxo. Isso inclui máquinas que vão gerar dados, ou personagens humanos que participam das funções descritas. Estes personagens devem ser detalhados e suas ações devidamente preenchidas em todos os casos que o modelo FRAM prevê em seus fluxos.

“Elementos do jogo”: Se resume em personagens, itens, objetos e mecanismos que estarão presentes no jogo idealizado. Os personagens que o usuário deve interagir para conseguir informações, os itens que o usuário terá acesso durante a jornada, e os objetos e mecanismos que serão ativamente manipulados pelo jogador. Essas informações estão presentes no modelo FRAM nos nodos descritos como Recursos e Pré Condições. Cada função no modelo de ressonância contém recursos que são disponibilizados para a sua correta execução. Portanto, nessa etapa do documento entram as descrições de EPI's, ferramentas de trabalho, conhecimento e/ou conversas com outros atores para se chegar a tal objetivo. Todos esses itens devem ser explicitados, incluindo as etapas dentro da aplicação nas quais eles devem ser utilizados.

“Progressão do jogo”: Define de maneira clara todas as missões que o usuário deve cumprir para que consiga chegar ao objetivo final. Em jogos de entretenimento é normalmente o capítulo mais extenso do GDD. Se tratando de uma extração de dados de modelos FRAM, a progressão está intrinsecamente ligada ao fluxo descrito nas funções modeladas inicialmente, em que a relação de interdependência entre elas define o fluxo completo que deve ser virtualizado. Portanto, para preencher essa divisão do documento, basta inserir todas as funções modeladas, e declarar explicitamente o que deve ser feito em cada uma, levando em consideração os nodos de tempo, pré condições, input e output, incluindo a sua ordem de execução, caso exista.

“Menus do Sistema”: Contém todas as telas e opções que o usuário pode manipular durante a sua jornada. Uma das maiores usabilidades desse tópico é definir opções de

difficuldade e onde estas podem ser selecionadas, além de uma prototipação de como a manipulação de alguns itens pode ser realizada. Em menus do sistema é comum ter instruções e guias, estes podem ser melhor retirados do nodo Controle. Caso o usuário tenha algum tipo de inventário para os itens, ou opções de jornadas diferentes baseadas na modelagem FRAM, também é importante definir neste capítulo.

A Figura 2 ilustra as dependências entre os nodos e os capítulos do *Game Design Document* de forma mais concreta e visual.

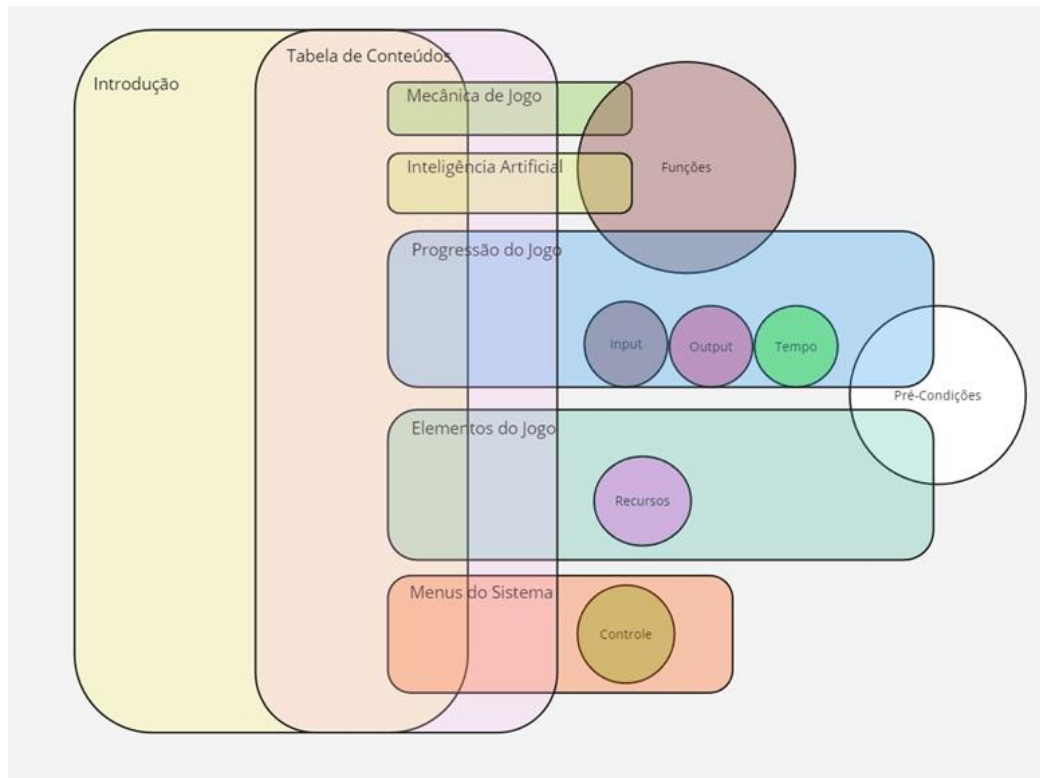


Figura 2. Diagrama de Venn GDD

Fonte: Autores (2025).

Através dessas definições foi possível construir um modelo de GDD ideal para o objetivo da pesquisa, que descreve de maneira detalhada o que deve ser preenchido em cada um dos tópicos do artefato, demonstrando que a pesquisa atingiu o objetivo de determinar um modelo de GDD que pudesse ser utilizado para desenvolvimento de *Serious Games* baseados em sistemas sócio-técnicos resilientes. O modelo está disponível nos Apêndices deste trabalho.

A possibilidade da elaboração de um modelo GDD adequado para transposição de dados de digramas FRAM para um documento de design significa principalmente a redução do distanciamento teórico entre as duas linhas, eliminando mesmo que parcialmente a necessidade de outros atores que poderiam estar envolvidos no processo de criação de *Serious Games* baseado em Sistemas resilientes. Em alinhamento com outros trabalhos como o

realizado por Carvalho et al. (2021), a tentativa de assimilar requisitos a partir de modelos FRAM é uma necessidade dentro da área de Engenharia de Resiliência, porém, apesar de o modelo heurístico proposto por Carvalho et al. (2021) funcionar de forma efetiva para desenvolvimento de software, abraçando técnicas de elicitação de requisitos, mais uma vez essa abordagem não seria útil no caso do desenvolvimento de *Serious Games*, uma vez que profissionais da área não se utilizam destes artefatos como já mencionado anteriormente. Dessa forma, ao estruturar o GDD baseado no FRAM, foi possível evidenciar que as informações contidas em um diagram FRAM servem como um insumo valioso na construção do documento de guia para desenvolvimento de jogos, demonstrando um ineditismo do estudo em relação ao que há hoje na literatura sobre o tema.

Portanto ao estipular claramente a ordem de suas funções, os pré requisitos, o tempo necessário, entre outros aspectos, a estruturação desses dados de uma forma diferente, contando com algumas informações extras que podem ser obtidas em alguma rotina entre as duas partes (Desenvolvedores e especialistas do Sistema resiliente), pode ser suficiente para guiar um processo de desenvolvimento de um simulador virtual para estes procedimentos. Apesar de seguir a estrutura básica do GDD proposto por Rouse (2004), o artefato resultante desse trabalho evidencia qual parte do FRAM deverá ser utilizada em qual sessão, de forma a facilitar o preenchimento e ser um modelo unicamente endereçado para este fim, se diferenciando nesse aspecto de outros GDD's já propostos na literatura.

Ainda assim, algumas limitações devem ser consideradas. A aplicação do modelo proposto pode ser mais eficaz em sistemas bem definidos, com funções lineares e fluxo claro de atividades. Em contextos em que há elevada variabilidade ou forte influência do fator humano imprevisível, a conversão direta para um GDD pode exigir ajustes mais profundos e maior participação de especialistas.

Considerações Finais

Portanto ao final da pesquisa foi constatado que é possível estabelecer uma forma mais simples e eficaz de transpor requisitos para criação de um simulador de sistema resiliente para um documento de *design* que possa ser utilizado por artistas e desenvolvedores de jogos sérios. A partir desse modelo de documento é possível realizar o preenchimento e em seguida o desenvolvimento de um simulador virtual a fim de comprovar a eficácia da conversão de tais requisitos.

Dessa forma, o presente trabalho auxilia na diminuição de ruídos de comunicação entre profissionais de diferentes áreas a fim de produzir um artefato de software conciso e eficiente

que se aproxime cada vez mais do que é esperado por um simulador virtual de sistemas de caráter resiliente.

REFERÊNCIAS

- Carvalho, E. A., Gomes, J. O., Jatobá, A., Silva, M. F., & Carvalho, P. V. R. (2021). Software requirements elicitation for complex systems with the Functional Resonance Analysis Method (FRAM). In *Proceedings of SBSI 2021: XVII Brazilian Symposium on Information Systems*. ACM. <https://doi.org/10.1145/3466933.3466950>
- Fahme, M. U. S., & Khan, T. H. (2021). *How to make a game: Go from idea to publication avoiding the common pitfalls along the way* (1st ed.). APress. <https://www.amazon.com/How-Make-Game-Publication-Avoiding/dp/1484269160>
- Fullerton, T., & Zimmerman, E. (2014). *Game design workshop: A playcentric approach to creating innovative games* (3rd ed.). CRC Press. <https://www.amazon.com/Game-Design-Workshop-Playcentric-Innovative/dp/1482217163>
- Hira, W. K., Silva, F. S., Oliveira, M. D. R., & Souza, L. F. (2016). Criação de um modelo conceitual para documentação de game design. In *SBC – Proceedings of SBGames* (Vol. 15, No. 1, pp. 1–15). <https://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157033.pdf>
- Hollnagel, E. (2012). *FRAM: The functional resonance analysis method: Modelling complex socio-technical systems* (1st ed., pp. 13–100). Ashgate. <https://doi.org/10.1007/s10111-012-0246-3>
- Hollnagel, E., & Colligan, J. H. L. (2014). *FRAM – The Functional Resonance Analysis Method: A handbook for the practical use of the method* (1st ed.). Centre for Quality. https://www.researchgate.net/publication/364959115_A_FRAM_HANDBOOK
- Motta, R. L., & Trigueiro Júnior, J. (2013). Short game design document (SGDD): Documento de game design aplicado a jogos de pequeno porte e advergantes. In *Proceedings of SBGames* (Vol. 13, No. 1, pp. 2–5). https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/15-dt-paper_SGDD.pdf
- Patriarca, R., Bergström, J., Di Gravio, G., & Costantino, F. (2020). Framing the FRAM: A literature review on the functional resonance analysis method. *Safety Science*, 129, 104827. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104827>
- Woltjer, R., & Hollnagel, E. (2007). The Alaska Airlines Flight 261 accident: A systemic analysis of functional resonance. In *International Symposium on Aviation Psychology* (Vol. 1, No. 1, pp. 763–768). https://corescholar.libraries.wright.edu/isap_2007/4
- Schell, J. (2008). *The art of game design: A book of lenses* (1st ed.). Morgan Kaufmann Publishers. <https://doi.org/10.5860/choice.46-3898>
- Schuyttema, P. (2008). *Design de games: Uma abordagem prática* (1st ed.). Cengage. <https://www.amazon.com.br/Design-games-Uma-abordagem-pr%C3%A1tica/dp/8522106150>
- Rogers, S. (2012). *Level up: Um guia para o design de grandes jogos* (1st ed., pp. 50–100). Blucher. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2621991>
- Rouse, R. (2004). *Game design theory & practice* (2nd ed., pp. 20–50). Wordware Publishing. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA84585895>

Apêndice - Proposta De Game Design Document.

Nome do Projeto

Introdução

Resuma aqui o que é o projeto, qual procedimento o simulador pretende cobrir e como isso será feito. Utilize o nome da modelagem FRAM para discorrer de forma sistemática esse tópico, sem ingressar em detalhes técnicos.

Mecânicas do Jogo

Observe as **funções** de cada nó do modelo FRAM e defina através da análise de **Recursos** e de **Pré Requisitos** o que o usuário pode fazer dentro desse simulador. Cada ação a ser simulada deve estar presente nesse tópico para ser futuramente codificada pelos desenvolvedores.

Exemplo: Na modelagem FRAM estão presentes funções que precisem de deslocamento do operador? Se sim, uma das mecânicas de jogo deve ser a navegação de um ponto a outro do cenário. Ou, na modelagem FRAM está definido o uso de algum tipo de ferramenta específica, como por exemplo um bisturi? Nesse caso, aqui deve estar explicitado que o jogador deve poder manipular um bisturi virtual. Abaixo seguem esses dois exemplos em forma de listagem:

- Movimentação livre pelo cenário
- Uso da ferramenta bisturi

Inteligência Artificial

Observe os **Pré Requisitos** das **Funções**, caso eles sejam realizados por outros atores que não o que foi planejado para ser simulado, logo essas atividades devem ser definidas neste tópico.

Exemplo: Para um médico realizar uma determinada cirurgia temos como pré requisito na modelagem o uso de anestésicos no paciente. Essa ação será realizada por um anestesista, logo esse ator específico é um NPC (Personagem não jogável) e que estará representado no simulador por uma inteligência artificial. Nesse caso, esse personagem e seu comportamento deve estar listado neste tópico do documento. Abaixo segue o exemplo baseado nesse caso supracitado:

- Anestesista NPC: Deve aplicar a anestesia no paciente antes do procedimento cirúrgico e comunicar ao jogador.

Elementos do Jogo

Observe os **Pré Requisitos, Recursos e Funções**, através deles, deve extrair as informações dos elementos que o simulador deve conter. Essa definição inclui ferramentas, personagens (jogáveis e não jogáveis), sistemas, EPI's e conhecimento que é adquirido de outros personagens durante a execução do procedimento. Vamos considerar o exemplo de um procedimento cirúrgico como citado anteriormente, esses seriam alguns exemplos consistentes de elementos de jogo a serem contemplados neste tópico:

- Sala de Cirurgia
- 1 NPC Anestesista, 1 NPC Paciente
- Mesa de equipamentos
- Máscara
- Luva
- Bisturi
- Agulha
- Prótese
- Contador de batimentos cardíaco
- ...

Observe que a listagem contém itens interativos e não interativos, mas todos contribuem de alguma forma para a correta execução das **funções** determinadas na modelagem FRAM.

Progressão do jogo

Define de maneira clara e completa as etapas a serem executadas no simulador para completude do objetivo. Para preencher este campo observe atentamente os itens Input, Funções e Output da modelagem FRAM. Com esses recursos é possível listar o que cada missão virtual aborda e o que é necessário para completá-la e terminar a simulação.

Abaixo um breve exemplo seguindo a lógica de simulação de um procedimento cirúrgico.

- Missão 1: Preparação do Ambiente Cirúrgico
 - Para realizar essa função o usuário deve fazer as seguintes atividades:
 - Vestir máscara

- Vestir Luva
- Fechar porta da sala de cirurgia
- Comunicar ao paciente que se deite na maca
- Verificar equipamentos conforme manual
- Missão 2: Abertura do corte no paciente
 - Para realizar essa função o usuário deve fazer as seguintes atividades:
 - Verificar se o paciente está devidamente anestesiado
 - Pegar bisturi
 - Verificar se o local do corte está marcado
 - Realizar corte na região em menos de 10 minutos

Observe que na listagem de itens a serem executados pelo jogador, temos uma mescla de pré requisitos com input, tempo e controle, que são os itens garantidores da execução correta da tarefa.

Nesse caso é importante que se respeite a ordem das funções definidas no FRAM, para que a equipe desenvolvedora entenda o fluxo correto da simulação.

Menus do Sistema:

Para definir esse item temos como principal recurso a observação do que a Modelagem FRAM descreve no aspecto de **Controle** de cada função.

Em muitos simuladores os aspectos técnicos de manuais de procedimentos são representados por menus de UI (Interface do Usuário) disponíveis para o usuário no decorrer da aplicação.

Para definir melhor os menus disponíveis no sistema, é necessário revisar as funções e entender a necessidade de acesso do usuário aos manuais de procedimento durante a sua execução. Portanto, caso na modelagem FRAM esteja descrito que uma determinada função tem como **controle** um manual de operação, é interessante que este manual se torne uma tela de menu.

Observe o exemplo baseado na execução do procedimento cirúrgico:

- Menu Inicial
 - Botão de Iniciar Procedimento
 - Botão de Sair
- Durante a função Preparação do Ambiente Cirúrgico
 - Menu com acesso ao manual de preparação XYZ

Repare que alguns menus são apenas para fluxo de início e fim da experiência, porém os outros menus devem conter os elementos que são necessários para consulta do jogador.

Submetido em 04/09/2025

Aceito em 23/10/2025