

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UNIEVANGÉLICA
ENGENHARIA DE SOFTWARE**

**LUANA LUCIELI AGUIAR FREITAS
RAUL ANTÔNIO VAGMACKER RIBEIRO
VINÍCIUS LUSTOSA POLONIATO**

**SIMULAÇÃO DE CENA CRIMINAL EM AMBIENTES VIRTUAIS
PROGRAMADOS AO ESTUDO EM SALA DE AULA**

Anápolis
2022

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UNIEVANGÉLICA
ENGENHARIA DE SOFTWARE**

**LUANA LUCIELI AGUIAR FREITAS
RAUL ANTÔNIO VAGMACKER RIBEIRO
VINÍCIUS LUSTOSA POLONIATO**

**SIMULAÇÃO DE CENA CRIMINAL EM AMBIENTES VIRTUAIS
PROGRAMADOS AO ESTUDO EM SALA DE AULA**

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de Software da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA da cidade de Anápolis-GO como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Ms. William Pereira dos Santos Júnior.

Anápolis
2022

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UNIEVANGÉLICA
ENGENHARIA DE SOFTWARE**

**LUANA LUCIELI AGUIAR FREITAS
RAUL ANTÔNIO VAGMACKER RIBEIRO
VINÍCIUS LUSTOSA POLONIATO**

**SIMULAÇÃO DE CENA CRIMINAL EM AMBIENTES VIRTUAIS
PROGRAMADOS AO ESTUDO EM SALA DE AULA**

Projeto de pesquisa apresentado para Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Software da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, da cidade de Anápolis-GO como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro(a) de Software.

Aprovado por:

William Pereira dos Santos Júnior, Mestre, UniEVANGÉLICA

Henrique Valle de Lima, Mestre, UniEVANGÉLICA

Pollyana dos Reis Pereira Fanstone, Mestre, UniEVANGÉLICA

Anápolis, ____ de _____ de 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

FREITAS, Luana Lucieli Aguiar; RIBEIRO, Raul Antonio Vagmacker; POLONIATO, Vinicius Lustosa. **Simulação de cena criminal em ambientes virtuais programados ao estudo em sala de aula.** [Anápolis] 2022. (Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, Engenheiros de Software, 2022).

Projeto de pesquisa. Universidade Evangélica de Goiás, Curso de Engenharia de Software, da cidade de Anápolis-GO.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FREITAS, Luana Lucieli Aguiar; RIBEIRO, Raul Antonio Vagmacker; POLONIATO, Vinicius Lustosa. **Simulação de cena criminal em ambientes virtuais programados ao estudo em sala de aula.** Anápolis, 2022. 32 p. Projeto de pesquisa - Curso de Engenharia de Software Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma simulação de cena criminal desenvolvida em um ambiente de realidade virtual para estudo de perícia criminal utilizando a ferramenta Unity. A principal finalidade da aplicação proposta é demonstrar através da inovação tecnológica a possibilidade de utilizar softwares de RV para estimular uma aprendizagem mais dinâmica e imersiva em conteúdos sensíveis e extensos, facilitando o estudo de uma cena de crime real. Utilizando de pesquisas exploratórias e uma abordagem quantitativa, uma cena de assassinato foi escolhida, modelada e testada a partir de aspectos previamente definidos, permitindo a movimentação dentro do ambiente e visualização de objetos 3D referentes ao evento ocorrido. A partir disso, obteve-se resultados positivos a efetividade do desenvolvimento e aplicabilidade do ambiente virtual, concedendo uma visão ampla das vantagens em inserir tecnologia no meio educacional.

Palavras-chave: educação; imersão; perícia criminal; realidade virtual; simulação.

ABSTRACT

This work aims to present a simulation of a crime scene developed in a virtual reality environment for the study of criminal forensics using the tool Unity. The main purpose of the proposed application is to demonstrate through technological innovation the possibility of using VR software to stimulate a more dynamic and immersive learning in sensitive and extensive contents, facilitating the study of a real crime scene. Using exploratory research and a quantitative approach, a murder scene was chosen, modeled, and tested from previously defined aspects, allowing movement within the environment and visualization of 3D objects referring to the event that occurred. From this, positive results were obtained regarding the effectiveness of the development and applicability of the virtual environment, granting a broad view of the advantages of inserting technology in the educational environment.

Keywords: education; immersion; criminal expertise; virtual reality; simulation.

LISTA DE ABREVIATURAS

RV - Realidade Virtual;

RA - Realidade Aumentada;

AV - Ambiente Virtual;

APCF - Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais;

SINPCRESP - Sindicato dos Peritos Criminais do Estado de São Paulo;

CNE - Conselho Nacional de Educação;

CES - Câmara de Educação Superior.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frequência em que softwares de desenvolvimento de ambientes virtuais são citados	14
Figura 2 - Fluxograma de simulação e informações	17
Figura 3 - Diagrama de Caso de Uso	19
Figura 4 - Diagrama de Arquitetura	20
Figura 5 - Sala de Estar, lado norte	21
Figura 6 - Corpo da vítima	21
Figura 7 - Faca ensanguentada	22
Figura 8 - Sala de Estar, lado sul	22
Figura 9 - Cozinha	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos selecionados	11
Tabela 2 - Requisitos Funcionais e Não Funcionais	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1. REALIDADE VIRTUAL	4
2.2. PERÍCIA CRIMINAL	5
2.3. VESTÍGIOS CRIMINAIS	6
2.4. ENSINO, DIREITO E TECNOLOGIA	8
3. METODOLOGIA	10
3.1. “STRING” DE BUSCA E QUESTÕES DE CONTEXTO	10
3.2. EXTRAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE	12
4. DESENVOLVIMENTO	15
4.1. ESCOLHA DA CENA CRIMINAL PARA SIMULAÇÃO	15
4.2. SIMULAÇÃO DA CENA ESCOLHIDA	17
4.3. ARTEFATOS	18
4.4. IMPLEMENTAÇÃO	20
4.5. TESTES	23
4.5.1. TESTE UNITÁRIO	23
4.5.2. TESTE DE INTEGRAÇÃO	24
4.5.3. TESTE FUNCIONAL	24
5. RESULTADOS	24
6. CONCLUSÃO	25
7. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico tem possibilitado a resolução de diversos questionamentos e problematizações presentes na sociedade, impulsionando a criação de ferramentas e softwares cada vez mais inovadores. “A tecnologia é um dos temas mais estudados no mundo contemporâneo. Em todas as áreas do conhecimento e das artes ela se faz presente, não só como tema de debate, mas transformando a ação humana..” (SASS, 2015, p. 220). Mediante esse fato, o surgimento da realidade virtual (RV), presente na computação através do fornecimento de simulações, tem impactado de forma positiva na construção de soluções digitais.

A RV permite que a mente humana consiga se integrar e atuar no auxílio a computadores, analisando e interpretando imagens transmitidas pelos mesmos através dos sentidos (VALÉRIO; SANTOS; FERREIRA, 2002). Os sistemas sensoriais, responsáveis por realizar essa transformação, permitem que os usuários se emocionem e respondam às ações realizadas sem que precise tocar ou estar fisicamente no ambiente artificial. (TORI; HOUNSELL, 2018).

Dentro do mundo virtual, existem ainda, outros tipos muito famosos, como é o caso do metaverso, representando um mundo aberto, compartilhado e tridimensional, onde os usuários podem explorar e interagir com outras pessoas. Os usuários podem acessar uma gama diversa de eventos, shows e ambientes. Ou seja: trata-se de um mundo virtual completo, onde os dispositivos representam apenas um “portal” que conecta usuários. Por outro lado, quando falamos em realidade virtual, trata-se de uma tecnologia que cria ambientes tridimensionais. Embora possa auxiliar na criação de universos virtuais, ela por si só se limita a simulações.

De acordo com Kayatt, CEO da startup VRMonkey, defende que a realidade virtual pode aprimorar e facilitar as experiências imersivas do metaverso. “A realidade virtual não é necessária para o metaverso, mas o metaverso não deveria existir, por definição, sem uma tecnologia de realidade virtual imersiva e interativa”. Diante disso, é notável como a realidade virtual tem um papel importantíssimo, não só trabalhando sozinha, mas impactando os outros meios virtuais também.

Na área educacional médica, a realidade virtual tem mostrado a facilitação da aprendizagem ao inserir em salas cirúrgicas, alunos leigos em prática, para agir em situações

de pressão sem que cometam erros que se tornam definitivos e fatais na vida real. Diante disso, é possível que ao inserir realidade virtual a impressões e interpretações de conteúdos criminas no curso de direito, detalhes imperceptíveis ao pensamento humano sejam melhor analisados, auxiliando na aprendizagem em sala de aula e garantindo ações de forma prática e imersiva que estimulem os alunos a pensarem e tomarem decisões baseadas a realidade.

Um dos segmentos possíveis dentro do curso de direito, é a análise e interpretação de eventos ocorridos em ambientes criminais. De acordo com a Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais (APCF): “A perícia criminal é atividade típica de Estado, de cunho técnico-científico, prevista no Código de Processo Penal, que visa analisar vestígios, sendo indispensável para elucidação de crimes.”.

De acordo com jornal da NSC TV (2018) “A cidade de Porto União, no Planalto Norte de Santa Catarina, está há pelo menos dois anos e meio sem nenhum perito criminal. A falta do profissional se traduz em problemas, o principal deles refletido na demora das análises e conclusões de laudos e provas essenciais para investigações de acidentes ou crimes”. Segundo o Sindicato dos Peritos Criminais do Estado de São Paulo (SINPCRESP) o último concurso público para a área foi realizado em 2014 e a Lei Federal 173/2020 não permite a abertura dos mesmos durante a pandemia de covid-19, agravando ainda mais esse cenário.

A falta desses profissionais também têm surgido a partir da falta de interesse em educação formal e maçante, levando em consideração que são conteúdos muito extensos e com pouca probabilidade de aplicações em cenas criminais reais, visando a importância de manter o ambiente sem quaisquer alterações que possam levar a um prognóstico errado. A inserção de alunos em uma área restrita e talvez, perturbante a mente de muitos, se torna cada vez menos viável, impossibilitando visitas frequentes e a ambientação de alunos.

Para a tomada de uma decisão assertiva, inúmeros aspectos tendem a influenciar na condenação, inocência e determinação de fatores que estão fortemente relacionados à severidade aplicada na punição aos que estão incluídos nos processos de acusação. A utilização da RV em ambientes virtuais programados para a inspeção de cenas criminais, é um fator crucial para obtenção de uma análise minuciosa, imparcial e eficaz dentro de ambientes educacionais e no estabelecimento das medidas punitivas aos infratores das leis impostas à sociedade.

São ações baseadas na retratação e interpretação realizada na cena do crime que irão

definir se os critérios abordados em Júri condizem com a realidade ocorrida e realizar a definição correta da pena após a condenação do réu, o que torna um ambiente de realidade virtual um instrumento fundamental para a prática e absorção de conhecimento de uma análise minuciosa e aplicação de todas as técnicas envolvidas nesse processo, proporcionando o distanciando de falhas humanas envolvidos nessas etapas e se aproximando de forma efetiva dos fatos.

As aulas práticas trazem autonomia e autoconfiança e tornam o conhecimento e a aprendizagem muito mais dinâmico e interessante, levando o estudante a questionamentos e curiosidades importantes ao desenvolvimento de suas capacidades mentais relacionadas à perícia criminal. Diante disso, é possível que a utilização da realidade virtual para simulação de cenas criminais possa contribuir para efetividade e praticidade na demonstração do ato de ofício especificado em laudos de perícia criminal, auxiliando na tomada de decisões e garantindo maior aprendizagem em sala de aula.

Logo, somado a todos estes fatores, percebe-se que com a utilização da RV é possível citar vantagens que serão de extrema valia para o setor, como a agilização do processo de leitura e interpretação de documentos formais, superação de barreiras burocráticas do mundo físico e aplicação imersiva do conhecimento adquirido em sala de aula, fomentando maior capacidade de compreensão dos envolvidos no processo de visualização da cena e descartando desta maneira, possíveis associações, pré-julgamentos, emoções, memórias e hipóteses errôneas.

Em conclusão, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma simulação em ambiente de RV para inspeção de cena criminal específica, visando maior aprendizagem e inserção de alunos do curso de direito ao ambiente profissional e elencando todos os artefatos necessários para criação da aplicação proposta, garantindo assim, uma base para implementações futuras, qualificando cada vez mais as abordagens de ensino em meio a inovação tecnológica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. REALIDADE VIRTUAL

A utilização da RV tem sido cada vez mais notada e falada atualmente, isso porque, através desse meio tecnológico é possível usar da criatividade para criar soluções incríveis, jogos inovadores, ambientes de trabalho e até mesmo simular as mais diversas situações

vividas pela ser humano, buscando uma experiência totalmente realista e imersiva.

A RV é uma tecnologia que tem como objetivo simular o mundo real, utilizando de ambientes virtuais (AV) que estimulam a capacidade sensorial do usuário a fim de proporcionar uma interação próxima da vida real, seja com o intuito de divertir e entreter ou ensinar e aprender. Portanto, o principal objetivo de utilizá-la é fazer com que os usuários se sintam imersos nos AVs no qual podem se envolver e interagir (COVER, 2017, p.1).

Um dos maiores diferenciais da RV é tornar uma imagem, um ambiente ou objetos virtuais, em algo que vai além da nossa imaginação e visão, estimulando todos os nossos sentidos. Essa tecnologia também pode ser descrita como uma interface tridimensional gerada por computador criada para envolver o usuário. É nesse despertar que o usuário se sente envolvido com o AV que está inserido e interage com os objetos que respondem e mudam de acordo à sua interação (RODRIGUES; MAGALHÃES, 2013).

Utilizar desse meio juntamente com a educação torna os métodos tradicionais de aprendizagem em uma abordagem ultrapassada à medida que a tecnologia ganha mais espaço e evolui continuamente e isso tem impulsionado diversas áreas a incluí-la como forma de substituir meios que já não são mais viáveis dentro da modernidade e que levam os alunos a decorarem grande parte do conteúdo ou ter uma curva de aprendizado muito baixa e com um esforço que já não se torna mais saudável a vida acadêmica.

As vantagens dos treinamentos que usam RV e RA são inúmeras e vão desde a imersão e interação, que resultam em uma alta aprendizagem, ao engajamento, atração e interesse pelo treinamento; a possibilidade de simular situações (de risco ou não), dentro de um ambiente controlado; A interação e o feedback imediato do método, do conteúdo e até mesmo da avaliação da aprendizagem, além de proporcionar a repetição prática para o ganho de eficiência.(MENDES, 2018).

2.2. PERÍCIA CRIMINAL

As estratégias e estudos realizados dentro da Perícia Criminal tem o intuito de garantir uma análise minuciosa dos objetos espalhados em uma cena criminal, seja sangue, vestígios, desordem, entre muitos outros parâmetros que podem ter acontecido e mudado dentro de um ambiente após o crime ocorrido, tudo isso com a finalidade de obter provas e desvendar o evento.

Segundo Edimar Cunico “A Criminalística é a Ciência aplicada na área forense para exame do corpo de delito, objetivando a obtenção da prova jurídica, excetuando-se os exames da vítima, pertinentes à Medicina Legal”. Apesar desta definição, não se pode confundir as duas pois, na Medicina Legal é realizado exames relativos ao crime (GARRIDO; GIOVANELLI, 2009, p. 45).

De acordo com Ari Cover:

A perícia criminal é uma atividade técnico-científica da Ciência Forense, indispensável para elucidação de crimes quando houver vestígios, e responsável por auxiliar na produção do exame pericial. [...] Ela é uma atividade de suma importância para a resolução de crimes que possuem evidências. É com a perícia criminal que descobre-se o motivo do crime, seu autor e suas circunstâncias (2017, p. 1).

Em um tribunal, muitos aspectos precisam ser levados em consideração e todos eles impactam na forma como um Júri analisa e entende uma cena criminal. A partir disso, a apresentação de uma cena, pode então, influenciar em todas as decisões tomadas. “Os métodos tradicionais de apresentação de evidências em um tribunal incluem apresentações orais, esboços, fotografias e vídeos, quando as visitas à cena não podem ser realizadas” (REICHHERZER, Carolin, et al., 2018, p. 1).

As impressões obtidas pelo júri de um tribunal e visitas feitas pelos mesmos às cenas criminais é essencial para a apuração de fatos. Diante disso:

A atual apresentação de evidências usa um meio bidimensional, e há atualmente, nenhum substituto para um júri realmente visitando a cena do crime em termos de compreensão da linha do tempo do caso e relações espaciais entre as evidências. (REICHHERZER, Carolin, et al., 2018, p. 1-2).

“Apresentar dados relacionados a acidentes de trânsito em tribunais é um excelente exemplo dessa necessidade de se relacionar dados espaciais e temporais, para os quais o uso de tecnologia 3D de reconstrução gerada por computador tem sido adotado.” (SCHOFIELD, 2007, p. 2). Segundo o autor, um computador é capaz de modelar um incidente ou cena através das análises feitas pela perícia e cálculos matemáticos, gerando animações que descrevem exatamente como tudo ocorreu, podendo ser usada em tribunais para apoiar e corroborar evidências.

2.3. VESTÍGIOS CRIMINAIS

Ao analisar uma cena de assassinato é de extrema importância que todos os objetos dentro dela sejam preservados, gerando a partir da coleta correta e adequada, provas cruciais ao desenvolvimento do evento e as possíveis consequências dos atos ocorridos no mesmo. Muitos desses objetos podem conter o DNA da vítima e do assassino, relacionando-os e identificando ambas as partes. É necessário então, que exista técnicas padronizadas para cada espécie e diversificação desses materiais biológicos.

Dentro da cena criminal modelada, um dos pontos primordiais para o entendimento do evento é o estudo da hematologia forense. Sendo ela, o estudo do sangue encontrado no ambiente, demarcando a degradação do mesmo através da oxidação da hemoglobina, proteína que transporta o oxigênio pelo sistema circulatório, consequentemente causando alteração na coloração do sangue.

Nesse sentido, a detecção de manchas que podem conter resquícios de sangue são realizadas através de técnicas que as tornam mais facilmente identificadas, como a utilização de reveladores químicos, levando a ligar os criminosos as vítimas por meio da coleta correta e responsável, a distribuição das mesmas em ambientes apropriados, o transporte até os laboratórios de análises e a própria análise das mesmas.

Além da mudança de coloração, outros aspectos como liquidez, secura, umidade ou coagulação do sangue também podem ser analisados e sofrerem alterações na forma de coleta, podendo ser feitas através da secagem para armazenamento em envelopes, através de seringas e com anticoagulantes, utilizando a raspagem com lâmina, desde que se evite a proliferação de microorganismos, ou coletando a própria peça em que se encontra a amostra.

De acordo com Cintia Prado e Marcela Reis:

“A individualização do sangue se dá por um conjunto de análises como o tipo sanguíneo (fator ABO e RH), caracterização das enzimas das células vermelhas, marcadores genéticos e pelo perfil de DNA, o somatório dos resultados pode ser uma prova crucial para verificar determinadas suspeitas de indivíduos sobre o crime.” (PRADO; REIS, 2018).

Fluídos como saliva também podem estar espalhados pelo local, dependendo de como os fatores tenham ocorrido dentro da cena criminal, sendo muito comum em cenas de corpo a corpo e agressões. “Sua identificação é feita por exames químicos pela pesquisa de sulfocianeto de potássio e a enzima ptialina, além de métodos físicos usando a fluorescência da amilase[...].” (PRADO; REIS, 2018).

Outro objeto que também pode ser encontrado em ambientes onde ocorreram crimes são os pelos ou cabelos, podendo relacionar o assassinato a um ser humano ou a um animal e

identificar o DNA dos envolvidos. É possível que eles sejam distribuídos pelo local com mais facilidade, levando em consideração que a vítima pode ter tentado se defender.

Através dos fios, também podem ser coletadas características como formato, coloração, origem, comprimento, região, doenças, textura, entre muitas outras características. Essas análises são realizadas de maneiras macroscópicas. “[...] Observa-se também a fase de crescimento da raiz para verificar a possibilidade da análise de DNA nuclear ou mitocondrial.” (STUMVOLL, 2014).

Dentre todos os vestígios, o recolhimento de impressões digitais é o mais seguro e conhecido pela sociedade, levando em consideração que as digitais são exclusivas de cada indivíduo e são utilizadas como forma de identificação em documentos oficiais necessários e utilizados por todo cidadão. Para a coleta das mesmas dentro de uma cena criminal, é importante que se utilize de técnicas e procedimentos periciais estudados da papiloscopia na individualidade dos seres ao longo da carreira de perito criminal.

De acordo com José Miranda:

“Em uma impressão papilar há particularidades anatômicas de caráter congênito que variam na sua apresentação, formato, dimensão, localização e direção. Esses caracteres são minúcias (pontos característicos), que diferenciam e individualizam cada impressão. É a base sólida na afirmativa da identidade entre dois papilogramas. Todos esses detalhes anatômicos, as marcas e cicatrizes são sinais imutáveis presentes nas cristas papilares e permitem ao perito que analisa os papilogramas, afirmar com precisão absoluta a identidade de um ser humano.” (MIRANDA, 2018)

As impressões digitais podem ser distribuídas pelo local a partir do suor que se acumula pelas mãos do infrator, sendo transferidas através do contato com superfícies e objetos. Entretanto, é muito comum que peritos se deparem com apenas fragmentos dessas impressões, tornando a identificação das mesmas mais complicada. Outro fator que é muito importante de se analisar, são os materiais em que elas se encontram, podendo ser completamente irregulares, como pequenas superfícies ou materiais texturizados e muito brutos.

2.4. ENSINO, DIREITO E TECNOLOGIA

Dentro do curso de Direito, são apresentados os diferentes tipos de direito, sendo o Direito Penal responsável por definir os comportamentos humanos que apresentem riscos à convivência social. “O Direito é a disciplina da convivência humana, o Direito disciplina as relações sociais, pacificando-as quando estão em conflito ou simplesmente garantindo direitos e impondo deveres e obrigações para todas as pessoas que compõem a sociedade” (TELLES, 2008).

Em toda organização de ensino, é lógico que existam qualidades que precisam ser adquiridas ou aperfeiçoadas ao decorrer do caminho acadêmico, tendo grande impacto em como será a vida profissional e moldando os ambientes de trabalho dos próximos séculos. “A incorporação de novas tecnologias na educação permite potencializar o acesso à informação tanto do educador como do aprendiz, e também amplia as possibilidades de interação, de colaboração e autonomia do discente.” (BERUDE, Christo, et al., 2013).

Segundo Paulo Lôbo et al. (2000), é desejável que o profissional formado em Direito tenha capacidades humanísticas de análise, interpretação e articulação, além de ter obtido uma postura reflexiva e crítica, sendo autônomo e dinâmico, melhorando sua qualidade de vida, o trabalho e desenvolvimento da cidadania.

De acordo com Giovanne Schiavon:

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais, Resolução 5, de 17 de dezembro de 2018, Conselho Nacional de Educação/ Câmara de Educação Superior (CNE/CES), o marco regulatório da graduação em direito define que o foco do ensino jurídico deve ser o desenvolvimento de competências. Para além da habilidade de leitura, a graduação em direito deve preparar o estudante para ser capaz de responder às circunstâncias próprias à sua área de atuação, bem como às novas circunstâncias ou às alterações ocorridas no panorama de trabalho.

A partir disso, entende-se o poder que a ligação entre a tecnologia e o ensino tem, podendo ser aplicado em diversas áreas educacionais, assim como o Direito. Atualizar os meios de comunicação e aprendizagem garantem que o foco dentro das instituições seja ampliado e direcionado exclusivamente ao percurso do aluno e a forma como ele poderá contribuir a partir dos conhecimentos que ele adquire.

“O principal objetivo do processo de ensino-aprendizagem por meio da tecnologia é formar alunos mais ativos, de modo que o educador e a tecnologia se tornem mediadores desse processo, devendo estar unificados para que a aprendizagem se torne eficaz.” (GARCIA, 2013). “O professor deve ser alguém criativo, competente e comprometido com o advento das novas tecnologias, interagindo em meio à sociedade do conhecimento, repensando a educação e buscando os fundamentos para o uso dessas novas tecnologias.” (GARCIA, 2013)

De acordo com Ályson Azevedo:

A Tecnologia de Informação e Comunicação vem sendo utilizada de maneira significativa no processo educacional pelo fato da globalização exigir que a

informação seja disseminada de maneira ágil e moderna. Desta forma, o computador torna-se uma ferramenta primordial para a inserção e participação efetiva no processo mundial. A utilização deste recurso tecnológico possui destaque como ferramenta pedagógica que auxilia no processo de construção do conhecimento dos alunos.

Com o advento de uma mente rápida e fluida, muitos pensamentos e conhecimentos têm sido passados a todo o momento à sociedade. Esse globo de informações se torna cada vez mais massante e cansativo a mente humana, tornando seus usuários cada vez mais necessitados da modernidade.

Segundo Izabelly Silva:

A tecnologia não é apenas uma forma de facilitar a prática docente, mas de melhorar a qualidade do ensino dos alunos de uma maneira geral, além de diminuir o excesso de materiais que era utilizado, como também as ferramentas podem desgastar menos os professores.

3. METODOLOGIA

Buscando atingir os objetivos propostos por este trabalho, tornou-se necessário a utilização de pesquisas exploratórias como principal fonte para contextualização do problema apresentado e das dificuldades e limitações encontradas por professores do Curso de Direito ao exporem aos alunos conteúdos tão massivos e intensos como os de uma cena criminal.

Como norteamento para início da pesquisa, utilizou-se de uma abordagem quantitativa, evidenciando através de “Strings” de busca e questões de contexto, todos os argumentos utilizados para coletar dados e estimar padrões, garantindo confiabilidade e assertividade na produção de uma solução para problemática abordada.

3.1. “STRING” DE BUSCA E QUESTÕES DE CONTEXTO

De acordo com o tema abordado, foram realizadas diversas pesquisas nas bases de dados do Google Acadêmico e IEEE Xplore com intuito de levantar o máximo de informações sobre trabalhos já realizados a respeito dos aspectos que foram apresentados anteriormente. A partir disso, notou-se um maior número de artigos relacionados com o uso das palavras-chaves: “Educação”, “Ambiente Virtual” e “Perícia Criminal”.

Na primeira fase da seleção de estudos, foram retornados 961 resultados e para a

seleção dos documentos, foi utilizado o arquivo csv gerado por exportação na plataforma do IEEE, sendo o processo acompanhado através da ferramenta de planilhas Google. Na segunda fase, os títulos dos trabalhos foram lidos, e foram descartados trabalhos que não possuíam a temática escolhida. Em seguida, na fase 3, foram lidos os resumos, e foram selecionados 23 artigos para serem lidos inteiramente. Desta leitura final, definiu-se que 11 dos artigos atendiam a pesquisa. A seguir as etapas e a quantidade de documentos selecionados em cada uma delas.

- Definição da String de busca e pesquisa na base de dados - 961
- Seleção baseada nos títulos - 24
- Seleção baseada nos resumos - 23
- Seleção baseada na leitura completa - 11

Tabela 1 - Estudos selecionados

ID	Título do Documento	Referência
1	Animating and Interacting with Graphical Evidence : Bringing Courtrooms to Life with Virtual Reconstructions.	(SCHOFIELD, 2007)
2	Augmented reality based criminal investigation system (ARCRIME)	(HAQUE E SALEEM, 2020)
3	Forensic animation: measuring the reliability and accuracy of computer generated animation used in the courtroom	(SHALABY, HUSSIN, SCHOFIELD, 2003)
4	Improved 3D lighting environment estimation for image forgery detection	(PENG, Bo, et al., 2015.)
5	Methodology of Communication between a Criminal Database and a Virtual Reality Environment for Forensic Study	(COVER, et al., 2017)
6	Narrative and Spatial Memory for Jury Viewings in a Reconstructed Virtual Environment	(REICHERZER, Carolin, et al., 2018)
7	Simulation research of crime scene based on UDK	(FENG, DAGUO E HONGCHEN, 2010)

8	Three-Dimensional Agent-Based Model and Simulation of a Burglar's Target Selection	(PARK E BUCKLEY, 2015)
9	Using a Game Engine to Simulate Critical Incidents and Data Collection by Autonomous Drones	(SMYTH, GLAVIN, E MADDEN, 2018)
10	Virtual Crime Scene	(NELIS, et al., 2018)
11	Visual Simulation of Crime Scene Based on OpenGL Performer	(FENG, et al., 2009)

Fonte: Autores, 2022

Diante disso, com o objetivo de verificar o estado da arte e contextualização, decidiu-se analisar as seguintes questões:

- Questão 1: O que já foi proposto em relação ao desenvolvimento de ambientes virtuais para auxiliar na análise criminal?
- Questão 2: Quais ferramentas são mais utilizadas no desenvolvimento de ambientes virtuais?
- Questão 3: Quais vantagens podem ser encontradas no uso de realidade virtual para solucionar problemas na área da análise criminal?

3.2. EXTRAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE

Para cada artigo selecionado, foi realizado um formulário de extração contendo os seguintes dados: título, autores, ano de publicação, ferramenta proposta, ferramentas utilizadas, ferramentas utilizadas e método utilizado. Os resultados registrados serviram como forma de sintetizar o conteúdo analisado e responder às questões de pesquisas definidas, objetivando a efetividade na viabilidade de todo o trabalho.

Questão 1: O que já foi proposto em relação ao desenvolvimento de ambientes virtuais para auxiliar na análise criminal? O objetivo dessa questão de pesquisa foi identificar quantos artigos propuseram ferramentas para auxílio na investigação forense ou apresentaram dados úteis para um possível desenvolvimento dessas ferramentas. Dos 11 artigos selecionados, cerca de 27,3% desenvolveram uma ferramenta, sendo elas:

- BurglarScope: pode ser utilizada para pesquisa, buscando testar teorias de criminologia ou para analisar roubos em residências, visando compreender

como isso acontece e a forma que as casas são escolhidas, podendo então, descobrir possíveis alvos futuros.

- Perittus VR: é uma prévia de uma ferramenta em desenvolvimento que permite a navegação em terceira e primeira pessoa em uma cena de crime modelo, proporcionando deslocamento, visão panorâmica e imersão dentro do ambiente.
- ARCRIME: pode ser utilizado para treinamento e para preservar as cenas digitalmente, além de oferecer funcionalidades para reconhecimento de suspeitos e objetos.

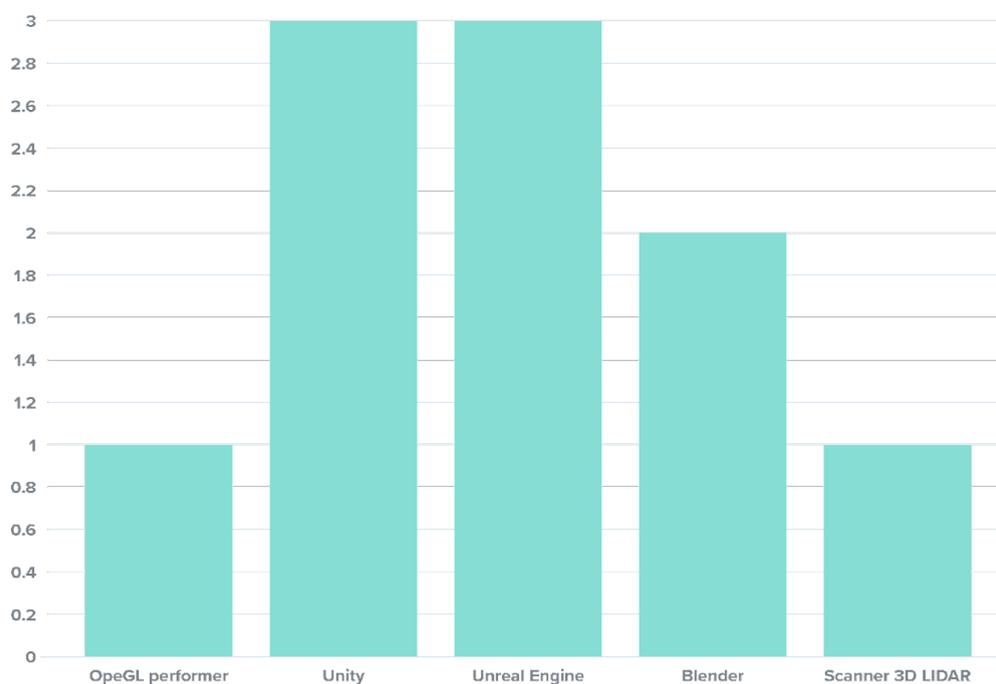
Nessa fase, também foram identificados que cerca de 27,3% dos estudos apresentaram ambientes virtuais como forma de demonstrar como a solução funcionaria, mas não propuseram ferramentas. Entre eles:

- ID: 1 - No artigo é relatado acerca da experiência do autor sobre a utilização de reconstruções 3D para apresentação em tribunais, para facilitar o entendimento de pessoas não técnicas das áreas abordadas.
- ID: 9 - Com intuito de verificar se seria possível desenvolver um ambiente que simula acidentes com elementos perigosos para diminuir a exposição a eles, foi produzido um ambiente com um trem que sai dos trilhos carregando material radioativo.
- ID: 11 - Eles explicam como reconstruir uma cena de incêndio em um ambiente virtual procurando solucionar a dificuldade existente em analisar essas cenas pelo grau da fatalidade do ambiente real.

45,5% dos estudos apresentaram apenas dados com intuito de ajudar e provar que essa é uma solução viável e bastante promissora.

Questão 2: Quais ferramentas são mais utilizadas no desenvolvimento de ambientes virtuais? De acordo com a figura a seguir, é possível perceber que as ferramentas Unreal Engine e Unity têm sido as mais utilizadas e citadas em todos os estudos. Isso se deve ao fato de ser uma das mais populares e completas, garantindo uma maior qualidade e facilidade no ambiente que está sendo produzido.

Figura 1 - Frequência em que softwares de desenvolvimento de ambientes virtuais são citados.



Fonte: Autores, 2022

Questão 3: Quais vantagens podem ser encontradas no uso de realidade virtual para solucionar problemas na área da análise criminal? De acordo com a análise dos estudos selecionados foi possível identificar benefícios citados na maioria deles, entre eles:

- Custo reduzido. [ID - 5, 8, 9]
- Os ambientes podem ser modificáveis, garantindo que possam ser atualizados. [ID - 1, 2, 5, 8, 7, 9, 11]
- Substituir a visitação a cena de crime real, podendo ser feita através do ambiente virtual. [ID - 2, 6, 10]
- A grande variedade de detalhes. [ID - 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11]
- Compreender mais rapidamente fatos descritos textualmente em laudos periciais. [ID - 5, 6, 8, 9]

Finalizando a análise dos artigos relacionados e contextualizando todos os aspectos necessários ao entendimento da solução, tornou-se de compreensão geral a necessidade de contribuições a nível tecnológico dentro da área citada, além de estratégias que impulsionem a

utilização das mesmas, garantindo que a pouca familiaridade com a RV não seja um impedimento para a formação de profissionais capacitados e experientes, com muito mais do que apenas conhecimentos formais e burocráticos.

Por conseguinte, algumas ferramentas se destacaram entre os artigos sendo as mais aptas e facilitadoras ao desenvolvimento de um software de RV. A Unreal Engine e a Unity são plataformas bastante flexíveis e têm se destacado cada vez no mercado, entretanto, analisando ambas mais a fundo, a Unity consegue proporcionar um método de desenvolvimento mais intuitivo e facilitado a equipes menores, garantindo que em uma primeira versão, o software proposto por este trabalho possa ser desenvolvido de forma rápida e satisfatória, podendo ser incrementado e melhorado em trabalhos futuros. Juntamente com a Unity, será utilizada a linguagem de programação C# para o desenvolvimento dos ambientes.

Mediante o exposto, é importante ressaltar que o projeto baseia-se em interações 3D com óculos VR em uma cena criminal modelada exclusivamente ao estudo dentro do Curso de Direito, com objetos e informações importantes para a resolução real de um caso, além das estratégias e etapas pertinentes à profissão de um perito criminal.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. ESCOLHA DA CENA CRIMINAL PARA SIMULAÇÃO

Levando em consideração todos os pontos levantados até o momento, para a escolha da cena criminal modelada foi necessário realizar pesquisas e definir a melhor forma de abordar algo tão delicado em RV. Na primeira etapa, foram escolhidas características chaves para facilitar a procura de uma situação semelhante e que pudesse ser desenhada em 3D. Logo após, a procura por vídeos, imagens ou documentos que estivessem de acordo com esses parâmetros:

1. Deve ser uma investigação de um assassinato, onde o assassino não teria sido encontrado em um primeiro momento.
2. O assassinato deveria ser com arma branca, podendo colocar em prática o estudo da hematologia forense, dando a oportunidade aos usuários de chegar a conclusões como: quantidade de golpes desferidos contra a vítima, pontos de impactos, posicionamento dos indivíduos na cena durante todo momento e os tipos de lesões que podem ser identificadas.

3. A utilização da cena não deve infringir o direito civil ou quaisquer direitos constitucionais.

A partir dos pontos levantados e das pesquisas realizadas, foi identificado o jogo “DETROIT: BECOME HUMAN”, lançado em 2018 para PlayStation 4 e em 2019 para computador, alcançando a marca de 6 milhões de cópias vendidas. Com uma modalidade de jogo diferente, o jogador decide suas ações baseadas em diálogos que são apresentados a partir de cada situação, explorando as diversas possibilidades e consequências que surgem a partir disso.

A narrativa conta com 3 personagens em um mundo dividido entre máquinas e humanos, sendo o mais impactante a este trabalho, o chamado “Connor”, agente tecnológico criado para procurar por outros seres artificiais dentro do jogo que se rebelaram contra a humanidade. Nas diversas cenas de investigação exploradas por Connor, o jogo apresenta diversos detalhes e perspectivas incríveis sobre forense, sendo exatamente o que será necessário para transformar as situações em um método de ensino.

Em um terceiro momento, a análise detalhada e minuciosa das investigações feitas em jogo chegou até o capítulo “CSI - Investigação Criminal”. Nela, Connor e um tenente chamado Anderson se encaminham para uma casa cujo inquilino não pagava o aluguel a meses, ao ser visitado pela polícia, descobre-se o corpo da vítima Carlos Ortez, indiciado por roubo e agressões graves.

Durante a cena, é possível descobrir que a vítima está morta há cerca de 3 semanas, não há marcas de invasões e as únicas pegadas na área dos fundos da casa são as dos policiais, sugerindo que o assassino não tenha saído por lá. Dentro da casa existem duas armas brancas, um bastão, utilizado pela vítima e uma faca, utilizada pelo assassino, mas sem impressões digitais. As marcas de sangue pela casa e a posição dos móveis também apresentam o percurso que ambos podem ter feito durante o evento, na casa são encontradas drogas, bebidas, escrituras obsessivas e pontos que sugerem que existiu sinais de resistência. O corpo da vítima tem uma hemorragia interna e apresenta 29 facadas.

Através disso, é notável que a cena utilizada contém bastante detalhes importantíssimos para o desenrolar da análise em sala de aula, entretanto, é necessário que exista modificações que ampliem o aspecto educacional, levando em consideração que dentro do jogo citado, o principal objetivo não é auxiliar ou servir de objeto de estudo e aprendizado

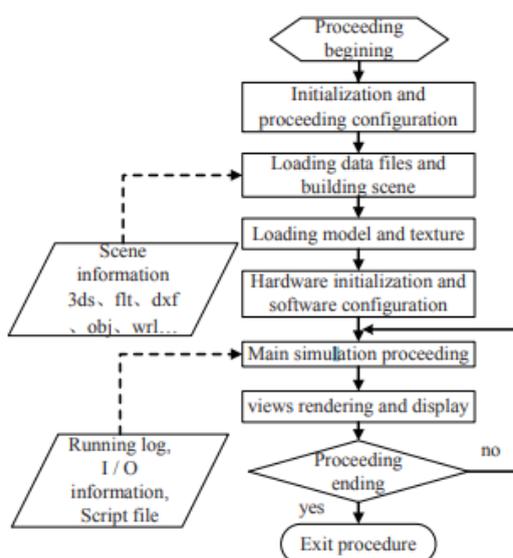
ao seus usuários, sendo então, o principal desafio, realizar o levantamento das funcionalidades de tomada de decisão e suas consequências.

Baseando-se na cena descrita neste tópico, o ambiente que será simulado será ambientado em uma casa tradicional com sala de jantar integrada a sala de estar e uma cozinha. Na sala de estar, estará disposto o corpo da vítima já empacotado, buscando manter a cena menos perturbadora para um ambiente educacional, também serão distribuídas alguns vestígios de sangue em cima de móveis, pelo chão e em lugares estratégicos, levando os alunos a tentarem imaginar o evento que ocorreu e associá-lo aos objetos disponibilizados para análise. Também foi possível notar um ambiente que parecia estar muito organizado antes do evento, mas no momento da perícia, com alguns móveis fora de lugar, levando a interpretação de que ocorreu uma briga e que a vítima tentou resistir ao assassino.

4.2. SIMULAÇÃO DA CENA ESCOLHIDA

Para inicializar o desenvolvimento do software proposto, foi levantado o fluxo de processos para simulação baseado na ferramenta escolhida. É possível observar através da figura 1 a seguir, o passo a passo seguido para alcançar o resultado final, passando por etapas importantíssimas para a estruturação do código desenvolvido, como informações da cena, o carregamento dos dados, do modelo proposto e das texturas, a construção da cena, a simulação principal e a exibição da mesma.

Figura 2. Fluxograma de simulação e informações



Fonte: Xu, et al. (2009)

Ainda de acordo com o fluxo mencionado, ao se tratar de um sistema de RV, o ponto

mais importante é a cena virtual que será caracterizada pela Unity, sendo assim, na inicialização do fluxo criou-se um ambiente refletindo o mundo real. De acordo com os pontos citados na metodologia, dividiu-se a cena em ambiente interno e externo. A cena interna, contando com sala e cozinha, a externa apresentando um quintal limitado, estruturado de acordo com a realidade. Diante disso, foi possível então, definir as bibliotecas necessárias para simular esses ambientes e reconstruir a cena.

Dentro da Unity, além dos modelos estáticos, também foi possível utilizar do suporte a modelagem 3D para tornar a cena mais dinâmica, focando principalmente em organizar a cena interna de maneira que o usuário consiga interagir com as entidades nela presente e fazer um bom gerenciamento da mesma, classificando então, os modelos em armas, marcas especiais, vestígios e ambiente mobiliário.

Depois de realizar essa classificação, foi necessário caracterizar os tipos de texturas que foram utilizadas na aplicação, dando vida aos objetivos da cena e estabelecendo as próprias particularidades do ambiente e do momento retratado. Com o suporte a imagens JPG, tornou-se facilitado o uso de texturas como plantas, fibras, metais e sangue.

4.3 ARTEFATOS

Esta seção apresenta todos os artefatos criados e pensados com intuito de facilitar o desenvolvimento da aplicação, oferecendo uma visão mais ampla e clara dos requisitos necessários e diagramas a serem seguidos.

A tabela 1 é dedicada a descrever as funcionalidades entregues na iteração final deste produto, de acordo com todos os aspectos citados ao decorrer deste trabalho, bem como a forma como o produto foi desenvolvido. Os principais requisitos de um sistema de RV envolvem a correta aquisição de dados, o processamento dos mesmos e apresentação destes dados obtidos ao usuário.

Tabela 2 - Requisitos Funcionais e Não Funcionais.

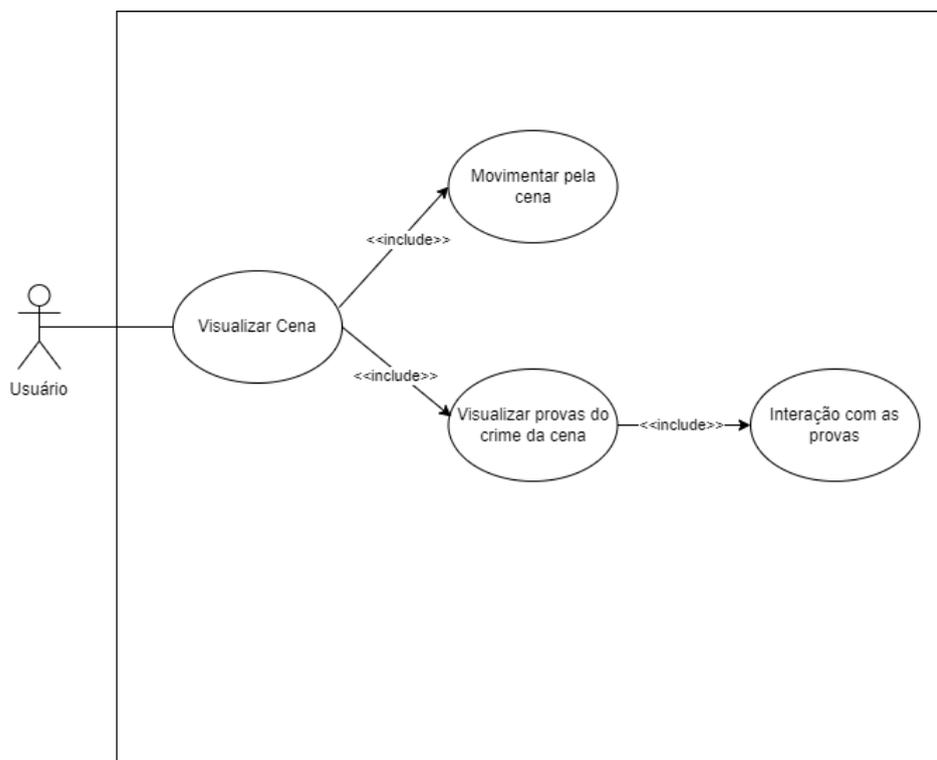
Requisitos Funcionais	Requisitos Não Funcionais
Incorporar um ambiente real de demonstração.	Permitir que as cenas sejam exibidas de maneira clara.
Adicionar objetos chaves ao ambiente.	Permitir que seja executado em todos os

	sistemas operacionais.
Utilizar objetos dentro da cena de crime como vestígios.	O sistema deve ser rápido às ações do usuário. A resposta do sistema deve apresentar atrasos de imagens iguais ou menores que 100 ms.
Criar e otimizar a movimentação em cena.	Permitir uma movimentação fluida ao personagem em cena.
Adicionar personagem em terceira pessoa.	
Adicionar movimentação do personagem no ambiente.	

Fonte: Autores, 2022

Na figura 2 observa-se o principal caso de uso do sistema desenvolvido, onde são descritos os detalhes da arquitetura e funcionamento do sistema proposto, no intuito de validar o objeto de estudo e atingir os objetivos de pesquisa. Assim sendo, o modelo de caso de uso é uma representação de funcionalidades observáveis do sistema e dos elementos externos ao mesmo os quais interagem com o sistema. A figura 2 apresenta o diagrama de caso de uso principal do sistema.

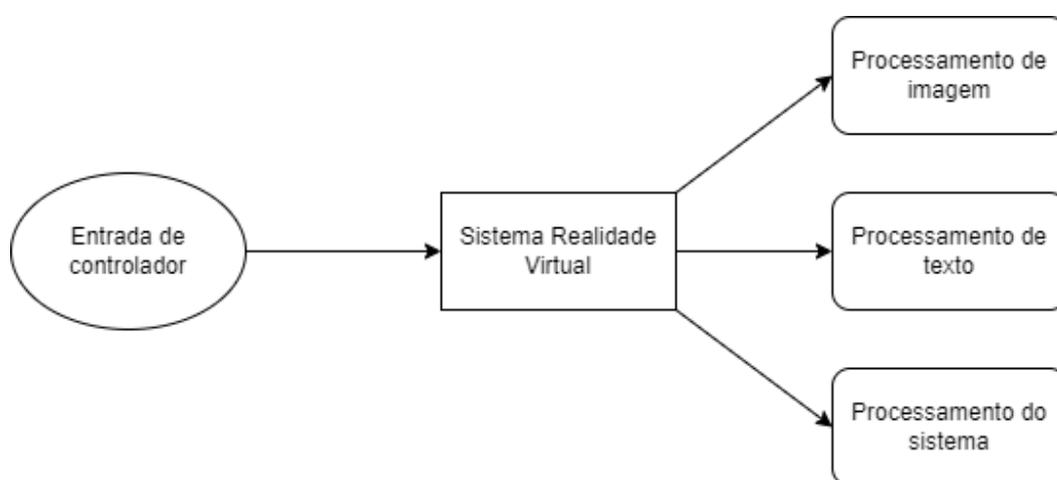
Figura 3 - Diagrama de Caso de Uso.



Fonte: Autores, 2022

A figura 3 destaca o projeto arquitetural escolhido. Foi considerado utilizar uma arquitetura baseada em eventos devido a maneira como o software funciona. O sistema aguarda a entrada do usuário como, por exemplo, a entrada dos controles do personagem. Assim que o sistema receber a entrada, ele responderá com uma ação dentro do sistema, como o movimento do jogador pelo ambiente.

Figura 4 - Diagrama de Arquitetura



Fonte: Autores, 2022

4.4 IMPLEMENTAÇÃO

Com o objetivo e os requisitos definidos, deu-se início ao desenvolvimento do produto, criando uma lista de requisitos funcionais e não funcionais. Depois, uma lista de itens que estariam presente na cena de crime, como o corpo da vítima, faca (arma do crime), objetos envolvidos no crime como, por exemplo, copos, pratos e mobiliário como uma mesa de centro e manchas de sangue.

Para o início da implementação, primeiro realizou-se o *download* da ferramenta Unity e sua instalação. Depois foi criado um projeto padrão, sem templates. Após isso, os itens foram então importados para a ferramenta, no qual foram ajustados tamanhos, posições na cena do crime e texturas. Também foi inserido um personagem em primeira pessoa para que

fosse possível movimentar-se pela cena do crime observando as possíveis provas e objetos relacionados.

O ambiente selecionado para hospedar a cena do crime foi um pequeno apartamento, com uma sala de estar e uma cozinha. Estes cômodos também foram importados para a ferramenta Unity a fim de representar um ambiente real, visto na figura 4, destaca-se a sala de estar do apartamento, lado norte. É possível observar o corpo da vítima no canto inferior esquerdo (figura 5), seguido de manchas de sangue, a mesa de centro derrubada indicando possível sinal de resistência, do lado oposto do corpo também no tapete, uma faca ensanguentada (figura 6) e a passagem para o cômodo da cozinha.

Figura 5 - Sala de Estar, lado norte.



Fonte: Autores, 2022

Figura 6 - Corpo da vítima.



Fonte: Autores, 2022.

Figura 7 - Faca ensanguentada.



Fonte: Autores, 2022.

Na figura 7, pode-se observar o lado oposto à figura 4, lado sul, tendo uma visão melhor da mesa de centro derrubada e algumas canecas e tigelas derrubadas no tapete. Já na figura 8, destaca-se a cozinha do apartamento. Nela também é possível observar manchas de sangue e alguns utensílios de cozinha derrubados sobre o balcão mostrando também que pode ter ocorrido uma possível luta.

Figura 8 - Sala de Estar, lado sul.



Fonte: Autores, 2022

Figura 9 - Cozinha



Fonte: Autores, 2022

4.5 TESTES

Após a implementação de cada requisito e a otimização do código, certificamos de realizar testes no sistema com o intuito de aprimorar e identificar melhorias no mesmo, garantindo que nenhum defeito chegasse até a experiência do usuário e o software proposto fosse implementado de acordo com o desenvolvimento do trabalho em questão, passando por todos os aspectos elencados e tendo os requisitos necessários para servir como a base principal para trabalhos futuros com a aplicação.

4.5.1 TESTE UNITÁRIO

A realização do teste unitário foi escolhida desde o princípio com intuito de melhorar a qualidade do código, como indentação, funções principais, melhor organização e distribuição de cada etapa, separação e devidos comentários necessários para o entendimento do mesmo em desenvolvimentos futuros, melhorando a refatoração do código, simplificando a integração, permitindo uma boa manutenção do nosso projeto e minimizando os custos de teste à medida que os problemas fossem detectados no decorrer do projeto.

4.5.2 TESTE DE INTEGRAÇÃO

Juntamente com o teste unitário, sentiu-se a necessidade de entender se o código desenvolvido de cada funcionalidade estava integrado da maneira correta ao projeto, garantindo confiabilidade e estabilidade entre todos os módulos presentes e funcionando de acordo com os aspectos esperados e documentados pela equipe. Consequentemente, com a aplicação do mesmo, foi possível detectar problemas e conflitos entre cada funcionalidade que tornou o software muito mais fluido e efetivo.

4.5.3 TESTE FUNCIONAL

E ainda pensando em um conjunto de testes totalmente harmonioso e que trabalhassem lado a lado na identificação de gargalos, o teste funcional foi utilizado em cada finalização de requisito com intuito de garantir que o comportamento das funcionalidades estivessem não só funcionando integradas uma a outra, mas individualmente também, realizando o seu devido papel e gerando os dados esperados em cada etapa do processamento de dados, livrando o software de problemas futuros nas possíveis implementações para outros fins educacionais. Consequentemente, isso também melhorou a qualidade e funcionalidade do nosso projeto em geral e minimizou os riscos que poderiam vir a surgir.

5. RESULTADOS

Após a realização de todas as pesquisas e etapas abordadas ao longo dos tópicos anteriores, obteve-se uma resposta positiva ao desenvolvimento de um ambiente virtual 3D para fins educacionais de perícia forense. Tornou-se possível chegar a resultados promissores e adequados a cenas modeladas na literatura ensinada em sala de aula, garantindo eficiência ao aprendizado e a compreensão de todos os objetos inseridos em uma cena criminal, assim como a forma que os profissionais necessitam agir e pensar ao se deparar com aspectos tão importantes.

A partir do desenvolvimento de todos os pontos citados, tornou-se facilitado o processo de escolha da cena criminal que será utilizada, levando em consideração as ferramentas e meios apresentados para modelagem da mesma, além de todo o desenvolvimento da simulação da cena criminal escolhida e abordadas.

Baseado nos resultados que esperava-se alcançar, o presente trabalho buscou detalhar de forma sucinta todas as técnicas e estratégias utilizadas no desenvolvimento da aplicação,

além das que precisarão ser adotadas em trabalhos futuros para o sucesso da aplicação apresentada, facilitando também a incrementação da mesma e uma evolução contínua.

Com o desenvolvimento do software proposto, a proposta citada tornou-se ainda mais viável e assertiva, concedendo uma visão mais ampla do quão significativo é acompanhar a tecnologia em todas as áreas de atuação humana, principalmente sendo ela tão importante como a de proporcionar justiça a sociedade de acordo com as Leis escritas em cada país.

A partir do estudo das técnicas de criminalística e coleta de provas, foi possível tomar um viés mais realista e fiel a cenas documentadas em laudos periciais, inserindo objetos, ambientes, marcas, diálogos, histórias e perspectivas que conduzam o usuário a tentar chegar a um final possível e correto para o crime abordado e dando a oportunidade de entenderem seus erros e notar cada prova e direcionamento que deixaram para trás sem que isso atinja a realidade de forma irreversível.

Pensando em estudos e técnicas de experiência de usuário, a interface gráfica proporcionou uma visão mais intuitiva e facilitadora da aplicação, mantendo total imparcialidade na resolução do crime, garantindo que apesar de estarem imersos em um ambiente que pode ser considerado novo dentro de uma Instituição de Ensino, todos possam usufruir de maneira satisfatória da aplicação. Nesse contexto, a partir da avaliação e validação da modelagem da cena, torna-se uma solução funcional para utilização e aprimoramento em trabalhos futuros.

6. CONCLUSÃO

Em suma, este trabalho conseguiu conceituar de forma compreensível a problemática e utilizar de conceitos e visões importantíssimas da literatura, como o desenvolvimento de pautas e a utilização de citações acerca da RV, perícia criminal, tecnologia, direito e educação, para amadurecer a solução proposta, levantando a contextualização de uma justificativa plausível, descrição da cena criminal utilizada, requisitos mínimos, técnicas de teste, objetivos a serem alcançados, métodos e estratégias utilizadas, além de uma ideia concreta de todo o escopo do projeto e um ambiente em RV baseado em cenas criminais.

Conseqüentemente, o conjunto de informações sobre trabalhos relacionados, visões semelhantes e artefatos produzidos gerou uma base indispensável para trabalhos futuros envolvendo RV na educação, seja dentro da área de direito ou em qualquer outra área de

aprendizagem, apresentando uma nova visão e uma solução para aplicar conhecimentos muito didáticos e extensos de maneira dinâmica e interativa em sala de aula.

7. REFERÊNCIAS

ALVES, ROBERTO. A Realidade Virtual como Ferramenta de Aprendizagem na Formação do Profissional de Construção Civil. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/7946/1/Dissertacao_RealidadeVirtualFerramenta.pdf> Acesso em: 5 de Maio de 2022.

AMARAL, Sueli Angélica do. Marketing da informação: abordagem inovadora para entender o mercado e o negócio da informação. Ciência da Informação, Brasília, v. 40, n. 1, p. 85-98, jan./abr. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652011000100007>. Acesso em: 20 jan. 2016.

AZEVEDO, ÁLYSON LOPES DE. Uso da tecnologia e sua relação com o ensino na modernidade – diagnóstico e intervenção. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15727/1/ALA27022018.pdf>> Acesso em: 5 de Junho de 2022.

A. V. NETTO, L. DOS S. MACHADO, e M. C. F. DE OLIVEIRA. Realidade Virtual: Definições, Dispositivos e Aplicações. Rev. Eletrônica Iniciação Científica da SBC, vol. 2, p. 33, 2002.

BATISTA, LUÍS; TORI, ROMERO. A realidade virtual auxiliando o processo de ensino e aprendizagem de Geografia no Ensino Fundamental II: Proposta de Design de conteúdo imersivo baseado na BNCC. Disponível em: <https://especializacao.icmc.usp.br/documentos/tcc/luis_batista.pdf> Acesso em: 23 de Maio de 2022.

BERUDE, MARCIANA CHRISTO; MOULIN, TATIANE; MARCONSINI, SABRINA SABINO; GANDINI, SIMONY MARQUES DA SILVA; ALVES, CINTIA DA SILVA; GOBBO, SÂMIA D'ANGELO ALCURI. O USO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO SUPERIOR. 2013. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2013/anais/arquivos/RE_0828_0952_01.pdf> Acesso em: 05 de Junho de 2022.

BO PENG, WEI WANG, JING DONG E TIENIU TAN. Improved 3D lighting environment estimation for image forgery detection. 2015. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7368587>>. Acesso em: 20 de Novembro de 2021.

CARVALHO, MATHEUS. Concurso PF: presidente da APCF repudia ausência do perito no aval. Disponível em: <<https://folhadirigida.com.br/concursos/noticias/policia-federal/concurso-pf-2020-aval-sem-perito-e-preocupante/>> Acesso em: 07 de Outubro de 2021.

COVER, ARI. Desenvolvimento de um ambiente de realidade virtual para estudo de perícia forense. Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/1427/2/2017AriCover.pdf>> Acesso em: 24 de Maio de 2022.

COVER, A., POSSER, R. D., CAMPOS, J. P. A. e RIEDER, R. Methodology of Communication between a Criminal Database and a Virtual Reality Environment for Forensic Study. 2017. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8114440>>. Acesso em: 07 de Outubro de 2021.

D. L. SMYTH, F. G. GLAVIN AND M. G. MADDEN, "Using a Game Engine to Simulate Critical Incidents and Data Collection by Autonomous Drones," 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM), 2018, pp. 1-9, doi: 10.1109/GEM.2018.8516527.

FURMAN, KARINA. NOÇÕES ELEMENTARES DO DIREITO. 2020. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/81583/noco-es-elementares-do-direito>> Acesso em: 14 de Maio de 2022.

GARCIA, FERNANDA WOLF. A importância do uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. Educação a Distância, Batatais, v. 3, n. 1, jan./dez. 2013

HAQUE, S. E. I. E SALEEM, S. Augmented reality based criminal investigation system (ARCRIME). 2020. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9116204>>. Acesso em: 20 de Novembro de 2021.

KÜCHEMANN, Berlindes Astrid. Envelhecimento populacional, cuidado e cidadania: velhos dilemas e novos desafios". Sociedade e Estado. Brasília. 2012. 165-180. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/se/a/wvhWcGgZ6NTbXLpbmkf3ThC/?lang=pt>>. Acesso em: 28 de Novembro de 2022.

LÔBO, PAULO; FILHO, ROBERTO; ARAUJO, SERGIO; FELIX, LOUSSIA. DIRETRIZES CURRICULARES DO CURSO DE DIREITO. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/dir_dire.pdf>. Acesso em: 14 de Maio de 2022.

MENDES, FABIANA. O que a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada podem fazer por seus treinamentos. Disponível em: <<https://mercadoconsumo.com.br/2018/05/25/o-que-a-realidade-virtual-e-a-realidade-aumentada-podem-fazer-por-seus-treinamentos/>> Acesso em: 03 de Maio de 2022.

MIRANDA, Jozinei Barbosa de. A importância do levantamento de impressão digital em local de crime. Disponível em: <<http://sinpresp.org.br/posts/deficit-de-peritos-criminais-dobra-em-sete-meses>>. Acesso em: 11 de Novembro de 2022.

MONTEIRO, Inês Viana de Paula. Vestígios Hemáticos no local de crime: Sua importância Médico-Legal. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/26904/2/Vestgios%20Hemticos%20no%20local%20de%20crime%20%20Sua%20Importncia%20Mdico%20Legal.pdf>>. Acesso em: 11 de Novembro de 2022.

NELIS, J., DESMET, S., WAUTERS, J., HAELTERMAN, R., BORGERS, E. E KUN, D. Virtual Crime Scene. 2018. Disponível

em:<<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8613654>>. Acesso em: 13 de Abr. de 2021.

PARK, A. J. E BUCKLEY, S. Three-Dimensional Agent-Based Model and Simulation of a Burglar's Target Selection. 2015. Disponível em:<<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7379730>>. Acesso em: 20 de Novembro de 2021.

PRADO, Corteccioni Nuñez Del; REIS, Marcela Funaki dos. VESTÍGIOS BIOLÓGICOS E TÉCNICAS MOLECULARES APLICADAS NA INVESTIGAÇÃO CRIMINAL. Disponível em:

<<https://dspace.mj.gov.br/bitstream/1/4918/1/Vest%C3%ADgios%20Biol%C3%B3gicos%20e%20T%C3%A9cnicas%20Moleculares%20Aplicadas%20na%20Investiga%C3%A7%C3%A3o%20Criminal.pdf>>. Acesso em: 11 de Novembro de 2022.

REICHHERZER, C., CUNNINGHAM, A., WALSH, J., KOHLER, M., BILLINGHURST, M. e THOMAS, B. H. Narrative and Spatial Memory for Jury Viewings in a Reconstructed Virtual Environment. 2018. Disponível em:<<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8462799>>. Acesso em: 05 de Novembro de 2021.

ROCHA, JOICE. Cena do crime: um estudo sobre a perícia criminal e sua atuação no estado da Paraíba. Disponível em:<<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/15630/1/JOICE%20CARMELITA%20GON%C3%87ALVES%20DOS%20SANTOS%20ROCHA%20-%20TCC%20DIREITO%202018.pdf>> Acesso em: 18 de Maio de 2022.

RODRIGUES, GÉSSICA; MAGALHÃES, CRISTIANE. REALIDADE VIRTUAL: CONCEITOS, EVOLUÇÃO, DISPOSITIVOS E APLICAÇÕES. 2013. Disponível em:<<https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/909/414>>. Acesso em: 13 de Novembro de 2021.

SASS, SIMEÃO. A tecnologia no mundo contemporâneo: promessas e desafios. Rev. Filos. AURORA, Curitiba, v. 27, n. 40, p. 219-243, jan./abr. 2015. Acesso em: 07 de Outubro de 2021.

SCHOFIELDS, D. Animating and Interacting with Graphical Evidence : Bringing Courtrooms to Life with Virtual Reconstructions. 2007. Disponível em:<<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=4293692>>. Acesso em: 05 de Novembro de 2021.

M. T. Shalaby, N. Hussin and D. Schofield, "Forensic animation: measuring the reliability and accuracy of computer generated animation used in the courtroom," Proceedings on Seventh International Conference on Information Visualization, 2003. IV 2003., 2003, pp. 606-611, doi: 10.1109/IV.2003.1218048.

SILVA , IZABELLY OLIVEIRA DA. O USO DA TECNOLOGIA NO ENSINO SUPERIOR E SUAS RESISTÊNCIAS: UM ESTUDO DE CASO NA UNILEÃO. 2017. Disponível em:

<<https://interfaces.unileao.edu.br/index.php/revista-interfaces/article/view/385>> Acesso em: 05 de Junho de 2022.

SILVA, MARIANA MARIA. Existe diferença entre metaverso e realidade virtual? Disponível em:<<https://exame.com/future-of-money/existe-diferenca-entre-metaverso-e-realidade-virtual/>> Acesso em: 23 de Dezembro de 2022.

SINDICATO DOS PERITOS CRIMINAIS DE SÃO PAULO. Déficit de Peritos Criminais Dobra Em Sete Meses. 2020. Disponível em: <<http://sinpcresp.org.br/posts/deficit-de-peritos-criminais-dobra-em-sete-meses>> Acesso em: 07 de Outubro de 2021.

TORI, ROMERO; HOUNSELL, MARCELO. Introdução a Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

XU, F., LIU, D., SHAN D., e YANG, H. Visual simulation of crime scene based on OpenGL performer. 2009. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5454833>>. Acesso em: 09 de Novembro de 2022.

XU FENG, SHAN DAGUO AND YANG HONGCHEN, "Simulation research of crime scene based on UDK," The 2nd International Conference on Information Science and Engineering, 2010, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICISE.2010.5690391.