

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
COMPUTAÇÃO APLICADA

DESENVOLVIMENTO DE UM
AMBIENTE DE REALIDADE VIRTUAL
PARA ESTUDO DE PERÍCIA FORENSE

Ari Cover

Passo Fundo
2017

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE DE REALIDADE VIRTUAL
PARA ESTUDO DE PERÍCIA FORENSE**

Ari Cover

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Computação
Aplicada na Universidade de Passo Fundo.

Orientador: Rafael Rieder

Passo Fundo
2017

CIP – Catalogação na Publicação

C873d Cover, Ari

**Desenvolvimento de um ambiente virtual para
estudo de perícia forense / Ari Cover. – 2017.**

55 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Rieder.

Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada)
Universidade de Passo Fundo, 2017.

1. Ambientes virtuais compartilhados. 2. Realidade virtual
– Simulação. 3. Perícia (Exame técnico). I. Rieder, Rafael,

Catálogo: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427



ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO ACADÊMICO

ARI COVER

Aos dezoito dias do mês de agosto do ano de dois mil e dezessete, às 14 horas, realizou-se, no Instituto de Ciências Exatas e Geociências, prédio B5, da Universidade de Passo Fundo, a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso "**Desenvolvimento de um ambiente de realidade virtual para estudo de perícia forense**", de autoria de Ari Cover, acadêmico do Curso de Mestrado em Computação Aplicada do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada – PPGCA/UPF. Segundo as informações prestadas pelo Conselho de Pós-Graduação e constantes nos arquivos da Secretaria do PPGCA, o aluno preencheu os requisitos necessários para submeter seu trabalho à avaliação. A banca examinadora foi composta pelos doutores Rafael Rieder, Ana Carolina Bertoletti de Marchi e Márcio Sarroglia Pinho. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, a banca examinadora considerou o candidato APROVADO. Foi concedido o prazo de até quarenta e cinco (45) dias, conforme Regimento do PPGCA, para o acadêmico apresentar ao Conselho de Pós-Graduação o trabalho em sua redação definitiva, a fim de que sejam feitos os encaminhamentos necessários à emissão do Diploma de Mestre em Computação Aplicada. Para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da banca examinadora e pela Coordenação do PPGCA.

Prof. Dr. Rafael Rieder
Presidente da Banca Examinadora
(Orientador)

Profa. Dra. Ana Carolina Bertoletti De Marchi - UPF
(Avaliador Interno)

p.p. Prof. Dr. Márcio Sarroglia Pinho - PUCRS
(Avaliador Externo)

Prof. Dr. Rafael Rieder
Coordenador do PPGCA

Verso do Termo de Apresentação (página em branco)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela oportunidade de vencer mais esta etapa da vida e a chance de melhorar todos os dias, seja como filho, irmão, amigo, marido, pai, profissional e principalmente como ser humano.

Agradeço, em especial, a minha amada esposa e companheira de todas as horas Lisiane Gomes Cover e também as minhas duas paixões, os meus filhos Gabriel Gomes Cover e Bernardo Gomes Cover, que são a inspiração para todos os meus dias e a luz que guia o meu caminho, aqui neste plano espiritual. Sem o apoio, sorriso, “abraço forte” e o amor de vocês, todo este esforço não faria sentido.

Agradeço aos meus pais Romildo Cover e Zulmira Tomasi Cover, pelo belo exemplo de pessoas humildes, íntegras e dedicadas aos seus filhos, pois sempre fizeram o melhor e puderam me dar condições de estudo e trabalho, mostrando que sempre existe um caminho justo, basta acreditar. Agradeço aos meus irmãos Amarildo Cover, Gilmar Cover e Neri Cover, por estarem presentes em todos os momentos de minha vida, mostrando que família é a base de tudo e que uma pessoa do bem nunca desiste dos seus sonhos, diante dos desafios que a vida nos impõe. Estendo também o meu agradecimento aos meus amigos, que cruzaram e/ou ainda estão juntos comigo nesta caminhada da vida, e aos demais familiares queridos.

Agradeço também ao médico perito Daniel Schneider, por ter nos orientado na definição deste trabalho de mestrado, e por ser um grande incentivador.

Um agradecimento especial ao meu orientador Rafael Rieder pela oportunidade e por sempre acreditar que eu poderia me tornar mestre. Agradeço por segurar as pontas e não me deixar desistir, por ser uma pessoa incrível e principalmente um excelente profissional. A nossa pátria amada seria muito melhor se existissem mais pessoas dedicadas e competentes como você.

Estendo meu agradecimento aos demais professores e funcionários do PPGCA da Universidade de Passo Fundo. Agradeço também ao Grupo de Pesquisa SIN, em especial aos alunos Ricardo Deitoz Posser e João Pedro Assunção Campos, graduandos do curso de Ciência da Computação, que participaram da aplicação dos testes e no desenvolvimento da ferramenta.

Por fim, agradeço à família, aos amigos, colegas de trabalho, professores e aos nossos mentores, pois onde há perseverança, respeito e amor, não há maldade.

DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE DE REALIDADE VIRTUAL PARA ESTUDO DE PERÍCIA FORENSE

RESUMO

Este trabalho tem por finalidade apresentar um ambiente imersivo de Realidade Virtual para estudo de perícia forense, que se utiliza de uma metodologia para comunicação entre uma base de dados pericial real e o ambiente simulado. O objetivo foi criar uma ferramenta que facilita ao profissional o estudo de uma cena de crime simulada, com base em um conjunto de dados referente a uma perícia criminal. Para o estudo piloto, criou-se uma cena de crime modelo, previamente selecionada da literatura forense, permitindo navegação, seleção e manipulação de objetos 3D e informações contidas no laudo pericial. A associação entre os objetos de interesse e as provas coletadas seguiu um padrão pré-definido e armazenado, por meio de registros simples do laudo, em arquivos exportados para o formato CSV. Esse padrão tende a ser incorporado a um sistema de perícia criminal em desenvolvimento, que tem como regra de negócio principal gerar laudos periciais em formato digital. Os resultados obtidos em avaliação preliminar do ambiente virtual e da representação dos dados foram positivos, com contribuições de grupo composto por dois médicos peritos, dois advogados criminais e dois usuários leigos.

Palavras-chave: imersão, metodologia de comunicação, perícia forense, Realidade Virtual; simulação.

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL ENVIRONMENT FOR FORENSIC STUDY

ABSTRACT

This paper aims to present an immersive Virtual Reality environment for forensic study, which uses a methodology for communication between a real forensic database and this virtual environment. The aim was to create a tool that facilitates the forensic expert to study a simulated crime scene, based on a criminal investigation dataset. For the pilot study, we previously selected a crime scene from forensic literature and recreated it in a virtual environment, allowing navigation, selection and manipulation of 3D objects and information contained in the expert report. The association between the objects of interest and the collected evidence followed a predefined configuration and it stored in simple report records in CSV files. This configuration tends to be incorporated into a criminal expertise system under developing, which main business rule is to generate expert reports in digital format. The results obtained in preliminary evaluation of the virtual environment and data representation were positive, with contributions from a group composed of two medical experts, two criminal lawyers and two common users.

Keywords: communication methodology; Forensic, immersion, simulation; Virtual reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Elementos essenciais da RV. Adaptado de Burdea [1993]	16
Figura 2. Reconstrução da trajetória de uma bala	20
Figura 3. Demonstração da cena do crime utilizando animações e informações periciais	21
Figura 4. Tecnologias de computador contribuem para o processo de visualização forense...22	22
Figura 5. Simulação virtual em formato 3D de um acidente de trânsito.	23
Figura 6. Imagem em terceira pessoa da cena de investigação..	25
Figura 7. Interação com informações e objetos existentes na cena de crime.	25
Figura 8. Parte da modelagem da base de dados..	27
Figura 9. Croqui 2D da cena de crime modelo	28
Figura 10. Croqui da cena do crime em modelo 3D.....	29
Figura 11. Experiência de navegação em primeira pessoa..	30
Figura 12. Modelo de interação com os objetos do ambiente..	30
Figura 13. Experiência de navegação em terceira pessoa..	30
Figura 14. Metodologia de comunicação proposta.....	31
Figura 15. Função "GetFilePath" dentro do blueprint "InteractableObject".....	34
Figura 16. Demonstração de widget, quando o usuário seleciona um objeto da cena.	35
Figura 17. Gráfico de eventos do blueprint VRGameMode.....	36
Figura 18. Gráfico de eventos do blueprint data..	36
Figura 19. Croquis da cena apresentados ao usuário: 2D (à esquerda, da literatura) e 3D (à direita, do AV).....	39
Figura 20. Média por questão referente ao teste da ferramenta.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Raiz dos laudos periciais.	32
Tabela 2. Laudos periciais e seus ambientes	32
Tabela 3. Objetos de um ambiente referente a um laudo pericial	33
Tabela 4. Questões referente ao questionário de avaliação	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 A REALIDADE VIRTUAL	15
2.2 PERÍCIA CRIMINAL FORENSE	16
2.3 PERÍCIA CRIMINAL FORENSE E O AMPARO LEGAL	17
2.3.1 Recomendações para Animações Forenses.....	17
2.3.2 Classificação de Animações Forenses	18
3. TRABALHOS RELACIONADOS	20
3.1 SCHOFIELD	20
3.2 DENARDIN	21
3.3 MA, ZHENG E LALLIE	22
3.4 DENARDIN, AYMONE E TEIXEIRA	22
3.5 MENTZELOPOULOS ET AL.	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1. SOFTWARE PERITTUS CRIMINAL.....	26
4.2. PERITTUS VR	27
4.3. METODOLOGIA PARA EXPORTAÇÃO DE DADOS	31
4.4. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE COMUNICAÇÃO	34
5. ESTUDO PILOTO	38
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	38
5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	38
5.2.1 Pré-teste	38
5.2.2 Teste do software Perittus VR.....	39
5.2.3 Pós-teste	40
5.3 RESULTADOS	41
5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	43
6. CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS	45
ANEXO A – CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO.....	47
ANEXO B – IMAGENS DO CROQUI E DA CENA DO CRIME	48
ANEXO C – LAUDO AMPLIADO DO CROQUI 2D.....	49
ANEXO D – INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	50

APÊNDICE A - BIBLIOTECA PARA LEITURA DE ARQUIVOS CSV	51
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	53
APÊNDICE C -QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE PARTICIPANTE...	54
APÊNDICE D –MODELO DE ARQUIVO PARA IMPORTAÇÃO	55

1. INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia de interface que tem por objetivo proporcionar ao usuário uma sensação de realidade a partir de um ambiente virtual (AV), gerado por computador, e dispositivos não convencionais. Esse AV tem características capazes de convencer os sentidos do usuário de que ele está presente em um cenário criado digitalmente. Em outras palavras, a ideia é tornar a experiência do usuário imersiva, interativa e envolvente [1].

A tecnologia de RV também pode ser definida como uma interface de computador para usuários em ambiente 3D, que envolve interações através de múltiplos canais sensoriais e simulação em tempo real [2]. Relatando o conceito de imersividade, característica presente na RV, Oliveira [3] define como a capacidade de um sistema em trazer seus usuários para outra dimensão do real por ele apresentada.

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 [4]. A perícia exerce um papel essencial para desvendar um crime, desde os autores até o motivo, os fatos e as circunstâncias em que o delito foi executado [5].

Na conjuntura atual, a prática da perícia criminal da forma convencional começa a não dar mais o suporte necessário para a nova geração de peritos oficiais e peritos assistentes técnicos, devido à grande quantidade de documentos e mídias que precisam ser gerenciados [6].

O uso gradativo da RV, em conjunto com a Perícia Forense, pode contribuir na formação e na qualificação de profissionais que atuam na área criminal e no esclarecimento de fatos ocorridos em uma cena de crime. Sistemas dessa natureza podem ajudar a dar clareza, agregar detalhes e oferecer rapidez na tomada de decisão sobre isenção ou condenação dos envolvidos. Além disso, podem facilitar a associação de fatos e dados coletados no local do crime, diminuindo custos e tempo envolvidos no processo. Dessa forma, pode-se também reduzir o processo cognitivo de imaginação e restringir a variabilidade interpretativa referente ao delito praticado que está sendo analisado virtualmente [7].

O local de crime é o ponto de partida para uma investigação criminal. Desta forma, para a produção de um laudo criminal, é importante que o local seja fotografado, analisado e rastreado com a coleta de todos os vestígios necessários para realização de exames periciais em instrumentos utilizados, ou presumivelmente utilizados, na prática de infrações penais [2].

Atividades periciais tendem a ser morosas, pois envolvem uma complexidade de situações. O trabalho da perícia criminal forense envolve manipulação de um considerado conjunto de dados, e necessita de novas tecnologias para aumentar a eficácia e a rapidez da investigação criminal. Com o uso de tecnologia, pode-se reduzir o tempo gasto, e tornar a atividade mais precisa e assertiva [3].

Uma conclusão investigativa, quando relacionada a uma boa perícia no local do crime, oferece robustez pelas provas materiais apresentadas que geralmente são vestígios, no qual servirão de prova para ajudar no esclarecimento de fatos ocorridos em eventos juridicamente relevantes, condenando ou inocentando um suspeito. Neste sentido, o Laudo Pericial Criminal é o instrumento que descreve, quantifica, caracteriza e ilustra fidedignamente uma cena de crime em todos os seus aspectos e objetos relevantes para fatos ocorridos. Por este motivo, é preciso entender o que realmente aconteceu em um local de crime.

Nesse âmbito, percebe-se que a RV pode oferecer oportunidades de ampliar o campo da investigação científica e inovação tecnológica, por meio da reprodução simulada da cena de crime. Softwares que geram AVs, por exemplo, podem auxiliar e qualificar o trabalho do perito oficial e dos peritos assistentes técnicos na elucidação de crimes, desde que integrados a uma base de dados periciais, ou seja, vinculados a um laudo pericial oficial e todo o seu conjunto de informações. Uma considerada quantidade de documentos para compreender a dinâmica dos fatos e as suas circunstâncias podem ser gerenciadas. Além disso, pode-se capacitar novos profissionais, no estudo de como lidar com todos os fatos, provas e principalmente o elevado conjunto de informações associados aos laudos periciais.

A opção por um sistema em RV para peritos se mostra como uma alternativa interessante, pois a leitura e o estudo das centenas de páginas provenientes de laudos, por exemplo, poderia estar correlacionado à apresentação de um AV capaz de representar a cena e todos os elementos do crime. Dessa forma, poder-se-ia reduzir o processo cognitivo de imaginação e reduzir a criação de possíveis fiéis referente ao delito praticado que está sendo analisado, assim facilitando o entendimento e estimulando o aprendizado do perito para a dinâmica dos fatos ocorridos na cena do crime, bem como a compreensão real dos fatos pelos jurados e dos juízes em um tribunal.

O uso da tecnologia de RV, em conjunto com a Perícia Forense, pode proporcionar uma eficácia e rapidez na investigação criminal. Nota-se que a união dessas áreas pode contribuir no esclarecimento de fatos ocorridos em uma cena de crime, utilizando AVs imersivos e interativos em eventos juridicamente relevantes. Portanto, a possibilidade de visualizar e interagir em uma cena de crime através de um ambiente de RV pode ajudar na

rapidez e na motivação do aprendiz, proporcionando uma melhor noção de espaço e tempo perante as pessoas envolvidas, facilitando a associação com os dados coletados no local do crime e consequentemente reduzindo os custos envolvidos no processo.

De acordo com Denardin [7] e Almeida e Freitas [8], o grau de aceitação e importância referente à apresentação de provas científicas em formato 3D é cada vez maior em tribunais do mundo todo. Em vista ao vertiginoso crescimento da indústria do entretenimento e o uso das inovações tecnológicas, as possibilidades de reproduções simuladas com dados, grau de realismo elevado, imersão e interação natural aumentam. E um sistema de RV pode simular um cenário que dê sensação de imersão, presença e realismo, capaz de convencer o usuário de que ele está mesmo inserido em um cenário [9].

Mas segundo Schofield [10], cabe lembrar que o desenvolvimento de soluções em software deve garantir a precisão dos relatos e conservar o caráter científico da prova técnica. Quanto mais recursos de seleção, manipulação e navegação forem oferecidos ao observador com o cenário, por exemplo, maior será a isenção da apresentação referente a reprodução simulada virtual. Essa interação deve respeitar, rigorosamente, os fatos relatados pelo perito, evitando descrédito por parte dos observadores em geral.

Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar uma ferramenta de RV para estudo e auxílio ao trabalho do profissional da área da perícia forense, considerando o relato forense de uma cena modelo previamente selecionada da literatura forense [9]. Para tanto, mostra-se também um conceito de integração à um banco de dados pericial, utilizando-se de uma metodologia de comunicação entre uma base pericial de um software proprietário e o AV. Assim, pode-se oferecer um novo horizonte para a investigação científica e inovação tecnológica, por meio de aplicações que permitem a simulação virtual com qualidade visual e precisa dos fatos ocorridos, auxiliando e qualificando o trabalho de peritos criminais forenses.

Portanto este trabalho está estruturado da seguinte forma: o Capítulo 2 mostra uma breve e importante revisão da literatura; o Capítulo 3 apresenta alguns trabalhos relacionados; o Capítulo 4 descreve o AV e a metodologia de comunicação com uma base de dados; o Capítulo 5 apresenta o estudo piloto com os seus resultados preliminares; e, por fim, o Capítulo 6 destaca as devidas conclusões sobre o estudo e os possíveis trabalhos futuros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A REALIDADE VIRTUAL

A RV é uma tecnologia de interface que tem por objetivo simular um ambiente que estimule no indivíduo sensação de realismo, com características capazes de convencer o usuário de que ele está presente em uma realidade. Em outras palavras, a ideia é tornar a experiência do usuário imersiva e interativa, utilizando recursos computacionais para gerar imagens 3D em tempo real, e permitir simular situações em dispositivos não convencionais.

A tecnologia de RV também pode ser definida como uma interface de computador para usuários em ambiente 3D, que envolve interações através de múltiplos canais sensoriais e simulação em tempo real. Estas modalidades sensoriais são visual, auditivo, tátil, cheiro e sabor [9][11].

A maioria das informações recebidas pelo ser humano são representadas visualmente, e interpretadas pelo cérebro. Os computadores digitais, por sua vez, interpretam informações fornecidas por algum dispositivo, processam e destinam uma saída para outro dispositivo. Quando se fala em RV, o objetivo é integrar computadores e mente humana para simular uma determinada situação de difícil controle em nosso cotidiano [12][13].

Na Figura 1, as três letras “I” representam os pilares da RV: Imersão, Interação e Imaginação. As características de interação e imersão são aquelas que a maioria das pessoas está familiarizada, pois podem ter relação direta com o uso de equipamentos. Por outro lado, a característica de imaginação está relacionada à percepção humana de cunho mais subjetivo. A parte da imaginação de refere-se também a capacidade da mente para perceber as coisas inexistentes, como o triângulo na Figura 1. Ele é facilmente “visto” por quem está olhando, no entanto, só existe na imaginação ou quando está “envolvido” pelo propósito da aplicação.

2.2 PERÍCIA CRIMINAL FORENSE

Conforme Almeida e Freitas [8], na esfera jurídica a animação computadorizada é conhecida como “animação forense”. Ela é entendida como um instrumento gráfico do computador que ilustra vários movimentos, em diversos ângulos, para recriar um evento juridicamente relevante.



Figura 1. Elementos essenciais da RV. Adaptado de Burdea [1993].

Ciência forense é a classificação dada aos esforços de geração e transferência de tecnologia e ciência com a finalidade de elucidar questões relativas à segurança pública e, principalmente, a justiça criminal. Já perícia criminal e ou perícia forense é a busca da verdade real dos fatos e acontecimentos do crime a partir de evidências materiais gerados pelo autor do crime, em função de conhecimento tecnológico e científico comprovado, com a finalidade de fundamentar os procedimentos legais até o julgamento.

A perícia criminal é uma atividade técnica científica, prevista no Código de Processo Penal, indispensável para elucidação de crimes quando houver vestígios. A atividade é realizada por meio da ciência forense, responsável por auxiliar na produção do exame pericial e na interpretação correta de vestígios [3].

Os peritos desenvolvem suas atribuições no atendimento das requisições de perícias provenientes de delegados, procuradores e juízes inerentes a inquéritos policiais e a processos penais. A perícia criminal, ou criminalística, é baseada nas seguintes ciências forenses: química, biologia, geologia, engenharia, física, medicina, toxicologia, odontologia, entre outras, as quais estão em constante evolução [3].

Na área judicial, essa tecnologia vem sendo utilizada desde o final da década de 1980, tendo iniciado nos EUA. Desde então, a evolução foi tamanha que, em alguns trabalhos, o espectador pode confundir realidade com a representação.

2.3 PERÍCIA CRIMINAL FORENSE E O AMPARO LEGAL

Segundo Breaux [14], outro exemplo relevante na história das animações forenses americanas foi o caso *Clark x Cantrell*, julgado na Carolina do Sul. Neste caso, o juiz responsável considerou que a animação elaborada pela polícia era inadmissível como prova demonstrativa da alta velocidade causadora do delito automobilístico. As alegações foram de que a animação era imprecisa no tocante aos relatos de testemunhas oculares e pareceres dos peritos autores do respectivo laudo.

Com base nesse desfecho, Breaux [14] definiu seis recomendações pertinentes para animações forenses serem administradas e aceitas em júri: autenticidade, pertinência, precisão, valor probatório, divulgação e instrução aos jurados.

2.3.1 Recomendações para Animações Forenses

Antes de uma animação forense ser aceita o proponente deverá definir sua **autenticidade** por meio de testemunho do(s) perito(s) autor(es) dos laudos em que a animação se baseia e da pessoa familiarizada com o processo de elaboração da animação e os dados em que está baseada (não obrigatório). Nesse caso, considera-se importante que o profissional de animação seja especializado em animações forenses.

Após determinada a autenticidade da animação, deverá ser estabelecida a sua relevância. No caso *Clark* o juiz considerou que uma animação é relevante quando se tem uma influência direta sobre e tende a criar, mais ou menos provável, a matéria em controvérsia. Neste caso, a abordagem mais básica é demonstrar a **pertinência** da animação forense com o depoimento de testemunhas e laudos relacionados.

A animação deve ter **precisão**, procurando representar de maneira justa e rigorosa as provas a que se refere. Não é necessária ser exato em cada detalhe, mas os elementos importantes devem ser idênticos ou muito semelhantes ao cenário, como descrito em depoimentos e provas apresentadas pelo proponente, a fim de constituir uma representação justa e precisa. Na reconstrução de um delito de trânsito, por exemplo, a animação deve ser tecnicamente correta no tocante às distâncias, o terreno, a velocidade relativa, o trajeto e os arredores. A animação, quando incompatível com testemunhos ou provas apresentadas pelo proponente, não deve necessariamente conduzir à sua exclusão, desde que de maneira justa e precisa retrata a versão dos acontecimentos, segundo o proponente. Em *Clark*, o tribunal decidiu

que a animação foi devidamente excluída, afirmando que ela não refletia com precisão o testemunho do proponente e do seu perito.

O **valor probatório** de uma animação é importante no âmbito forense, pois, quando utilizada, deve exclusivamente demonstrar aspectos técnicos de determinado evento, no intuito de esclarecer o júri e não deve confundir os jurados com elementos apelativos. É uma questão de discricionariedade judicial, ou seja, representações de eventos potencialmente carregados de emoção devem ser evitadas.

Para assegurar que o opositor tenha tempo suficiente para analisar a animação, o tribunal também deve considerar o prazo de **divulgação** dos dados de animação e subjacentes, por parte do proponente, dentro de um período razoável de tempo antes do julgamento. A divulgação prematura não resulta, necessariamente, na exclusão da animação. Porém, a divulgação tardia pode impedir o opositor de, adequadamente, explicar por que a animação não é uma representação justa e precisa. Isto pode levar o tribunal a concluir o seu valor probatório não supera substancialmente o perigo de prejuízo injusto.

A **instrução aos jurados** deve ser clara e objetiva, informando-os de que a animação representa apenas uma recriação do proponente sobre sua versão do evento e não deve, de forma alguma, ser considerada como a verdade absoluta. Além disso, como todas as provas, pode ser aceita ou rejeitada, no todo ou em parte. O tribunal pode querer chamar a atenção para todos os pressupostos em que a animação se baseia, bem como quaisquer outros fatos que merecem uma especial cautela instrução.

2.3.2 Classificação de Animações Forenses

Segundo Gold [15], as animações forenses também podem ser classificadas em dois tipos: científica ou descritiva. As animações forenses descritivas ilustram o depoimento do perito. Já a animação forense científica leva em conta a exata dinâmica e física do próprio programa. Nesta, os modelos não são animados pelas mãos, mas pelo programador que programa e inclui dados para a simulação. De todo modo, os dois tipos de animações se completam ao se apresentarem como meio de prova perante tribunais.

Conforme Mirabete [16], para a legislação brasileira, a perícia não é um apenas um meio de prova, mas também um elemento subsidiário, emanado de um órgão auxiliar da Justiça, para a valoração da prova ou solução desta, destinada a descoberta da verdade. Nesse contexto, a animação forense é classificada como poderoso instrumento para o direito penal, pois fornece uma visualização interativa das informações, possibilitando a compreensão de aspectos técnicos

que envolvem o objeto analisado. Além disso, a computação gráfica, expressada por animações em 3D, traz a otimização combinatória das possibilidades de ocorrência de um crime em um determinado cenário.

De acordo com Almeida e Freitas [8], o uso dessa tecnologia, no âmbito do processo penal, proporciona esclarecimentos de fatos importantíssimos, sem os quais não haveria possibilidade de uma decisão justa e adequada. Trata-se de um instrumento eficaz de prova a ser utilizado pelas partes e respectivos advogados, que pretendem demonstrar de forma fácil e clara, fatos complexos e fundamentais ao deslinde da causa. No entanto, ressalta-se que o uso da tecnologia como ferramenta pode permitir uma manipulação arbitrária e inverídica da verdade dos fatos. Logo, a mesma deve ter respaldo de um perito técnico de confiança da Justiça.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

3.1 SCHOFIELD

O estudo de Schofield [10], intitulado de “Playing with evidence: Using video games in the courtroom”, tem por objetivo mostrar algumas reconstruções gráficas de provas descritas pela perícia forense através de AVs. O objetivo é avaliar o impacto da tecnologia sobre os jurados e debater algumas das questões levantadas pelos resultados. Estas reconstruções gráficas de provas forenses dentro de AVs são alimentadas por jogos, em tempo real, mantendo credibilidade e evidências como prova em relação a sua aceitação deste tipo de tecnologia gráfica em salas de audiências.

Este estudo descreve uma série de exemplos onde foram apresentadas provas em tribunais, utilizando animações interativas em 3D e reconstruções virtuais de partes de cenas do crime, conforme mostrado na Figura 2. A abordagem também descreveu os experimentos realizados para avaliar o impacto da tecnologia sobre o entendimento dos jurados, como por exemplo verificar a veracidade e a real aceitação da reconstrução gráfica das provas forenses pelos jurados e juízes.

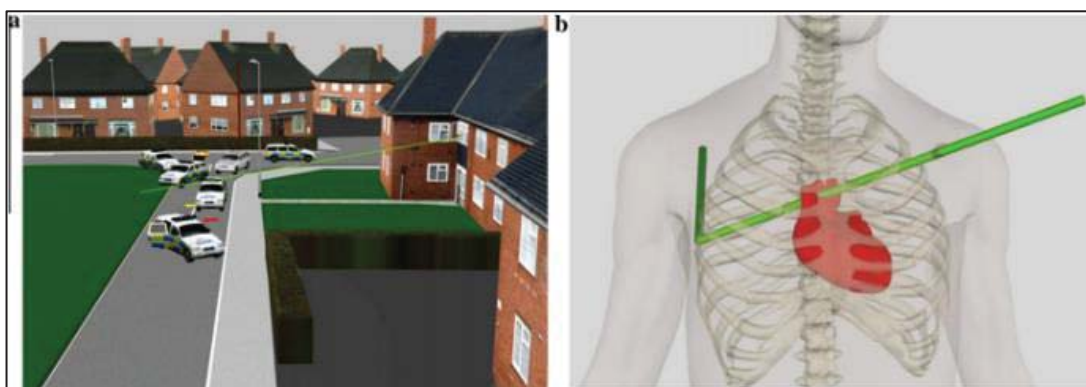


Figura 2. Reconstrução da trajetória de uma bala [10].

Como resultado deste estudo o autor promove uma discussão sobre os potenciais benefícios e problemas que ocorrem na implementação da tecnologia em salas de audiências, para evitar qualquer eventual utilização abusiva. Ele também cita algumas orientações quando se utiliza simulações virtuais para apresentar provas.

3.2 DENARDIN

O estudo de Denardin [7], intitulado “O uso de computação gráfica em reproduções simuladas: metodologias, casos de aplicação e possibilidades futuras”, apresenta os princípios e as técnicas utilizados na produção de animações 2D e 3D, bem como software, utilizados na realização de uma reprodução simulada. Também se abordou uma discussão embasada sobre o amparo legal e os objetivos de uma reprodução simulada computadorizada na área judicial.

Neste estudo foram apresentados cinco casos de efetiva aplicação do uso da computação gráfica em reproduções simuladas. Entre eles, destaca-se um homicídio ocorrido em 2001 e atendido pelo Instituto Geral de Perícias do Rio Grande do Sul (IGP-RS), que, em 2006, recebeu solicitação para criação de uma apresentação 3D do mesmo (Figura 3). A finalidade era de examinar a versão do acusado e das testemunhas para com o delito, auxiliando no esclarecimento de um crime no qual a perícia de local não foi solicitada naquele momento.

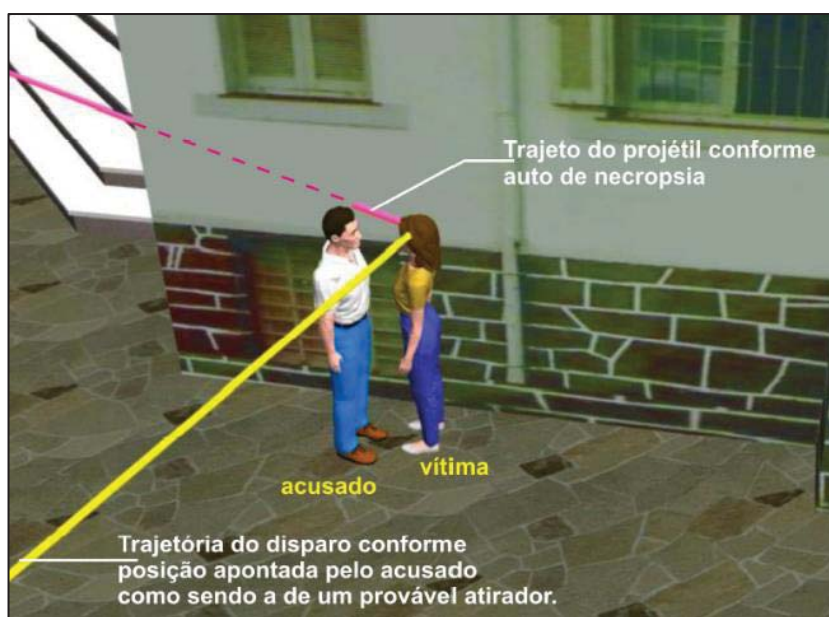


Figura 3. Demonstração da cena do crime utilizando animações e informações periciais [7].

Para tanto, foram utilizados os softwares 3D Studio Max e Blender para recriar a cena do crime e simular os fatos. A metodologia para reprodução simulada da animação forense tomou por base declarações, gravações públicas, depoimentos de testemunhas, fotografias, levantamentos topográficos e laudos periciais.

De acordo com o autor constatou-se através da reprodução simulada em formato 3D, que a versão apresentada pelo acusado era incompatível com as provas levantadas pelos médicos legistas. Desta forma, este estudo ressalta a importância e a eficiência relativa ao uso

combinado da computação gráfica e a perícia forense, auxiliando e principalmente qualificando o trabalho do perito, pois permite a expressão da dinâmica provável dos fatos.

3.3 MA, ZHENG E LALLIE

O estudo de Ma, Zheng e Lallie [11], intitulado “Virtual Reality and 3D Animation in Forensic Visualization”, tem por objetivo apresentar o que se tem de melhor em animações 3D forense e identificar quais tecnologias tem potencial para a visualização forense. A ideia apresentada é mostrar quais recursos podem colaborar para o entendimento e a apresentação de cenas de crime ou acidentes com precisão para espectadores em salas de audiência.

De acordo com os autores, a simulação de RV no processo forense começa a partir da modelagem de objetos virtuais 3D, com base em medições e fotos, para depois recriar a cena. As animações geradas por computador possibilitam a visualização com precisão dos elementos de crime e ou acidentes, revelando informações importantes e complexas no ponto de vista da percepção humana. Além disso, a simulação dinâmica pode ser utilizada na realização de experiências e suposições de difícil recriação no mundo real. O artigo também destaca que a reconstrução forense pode utilizar diferentes tecnologias além da RV, como por exemplo a realidade aumentada (RA) e esquemáticos multidimensionais (Figura 4).

Como resultado, os autores mostram que é possível aplicar essas tecnologias no âmbito forense, principalmente no que diz respeito a redução de custos e a análise de diversas hipóteses ao longo do processo investigativo. Contudo, cabe destacar que existe ainda um risco latente de interpretação errada na exibição de animações geradas por computador em tribunais. Eles se referem a criação de viés, pois a observação de um único ponto de vista acarreta em problema de admissibilidade. O juiz e o júri podem não estar cientes do erro ou da incerteza envolvidos na apresentação da cena e, portanto, podem ser subconscientemente inclinados para uma crença no que está sendo apresentado na visualização forense.

3.4 DENARDIN, AYMONE E TEIXEIRA

O estudo de Derardin, Aymone e Teixeira [13], intitulado “Animações Interativas para Criminalística”, teve por objetivo comparar simulações virtuais interativas e não interativas em ambiente 3D, para validar as provas técnicas no âmbito da ciência criminal. As ferramentas utilizadas na implementação foram o software 3D Studio Max e a linguagem VRML (Virtual Reality Modeling Language).

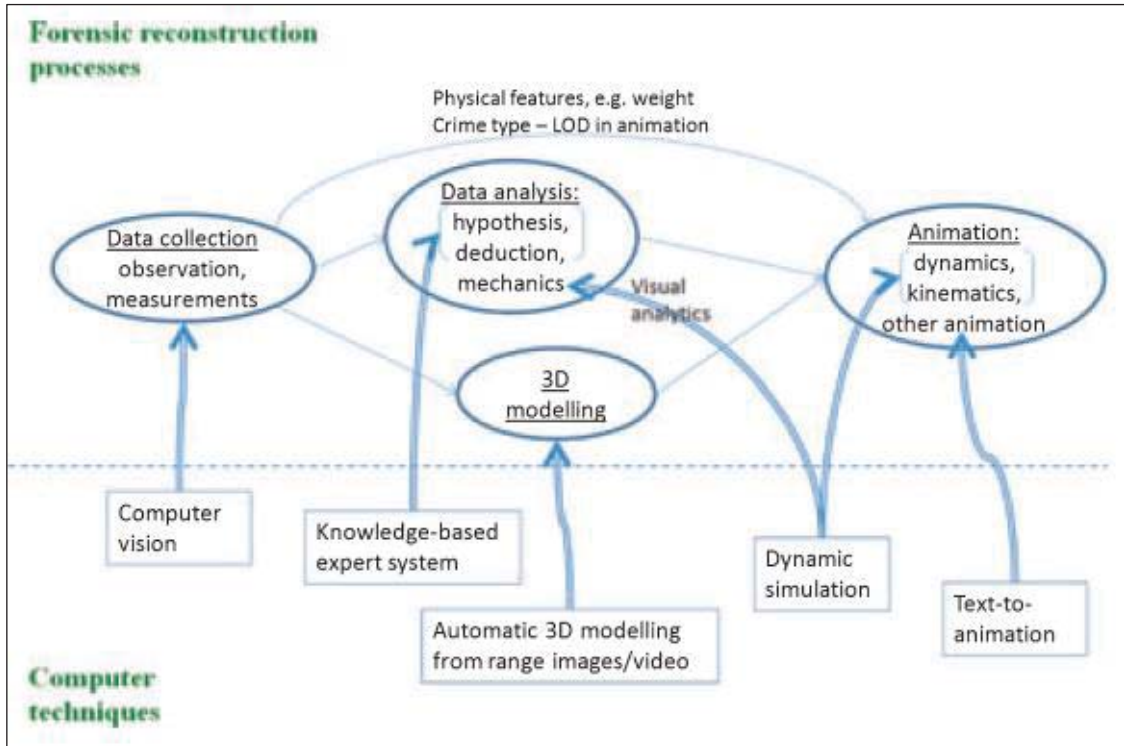


Figura 4. Tecnologias de computador contribuem para o processo de visualização forense [11].

Neste estudo foi utilizado um caso real de acidente de trânsito com vítimas fatais, ocorrido em rodovia estadual, registrado no ano 2009 e atendido pelo IGP-RS. Neste contexto foi realizada uma animação 3D, conforme ilustrado na Figura 5, que considerou os dados apresentados no laudo pericial oficial. Devido à complexidade do caso, a principal finalidade era de ilustrar a conclusão pericial para as autoridades facilmente compreenderem as observações levantadas pelos peritos.



Figura 5. Simulação virtual em formato 3D de um acidente de trânsito [13].

3.5 MENTZELOPOULOS ET AL.

O estudo de Mentzelopoulos *et al.* [17], intitulado de “An Immersive Way for Teaching Criminal Law Using Virtual Reality”, tem por objetivo apresentar um protótipo do jogo onde os usuários navegam, de maneira imersiva, em uma cena modelo de um suposto crime (assassinato). Por intermédio dessa interação, os estudantes de Direito (usuários) podem explorar um cenário 3D para descobrir informações importantes que tragam a evidências de um cenário real, analisando e coletando provas que poderão auxiliar na tomada de decisão sobre o fato ocorrido caso este tenha sido um assassinato ou não.

O estudo descreve principalmente a aplicação e o desenvolvimento de uma plataforma de simulação de jogo sério baseada em um cenário de crime conforme mostrado na Figura 6 e na Figura 7, para fins educacionais ao departamento de Direito da Universidade de Westminster, London, UK. O projeto baseia-se em uma interação multimodal, que no qual utiliza-se o Oculus Rift, para visualização de uma gama de informações relevantes e com interação aos objetos da cena do crime.

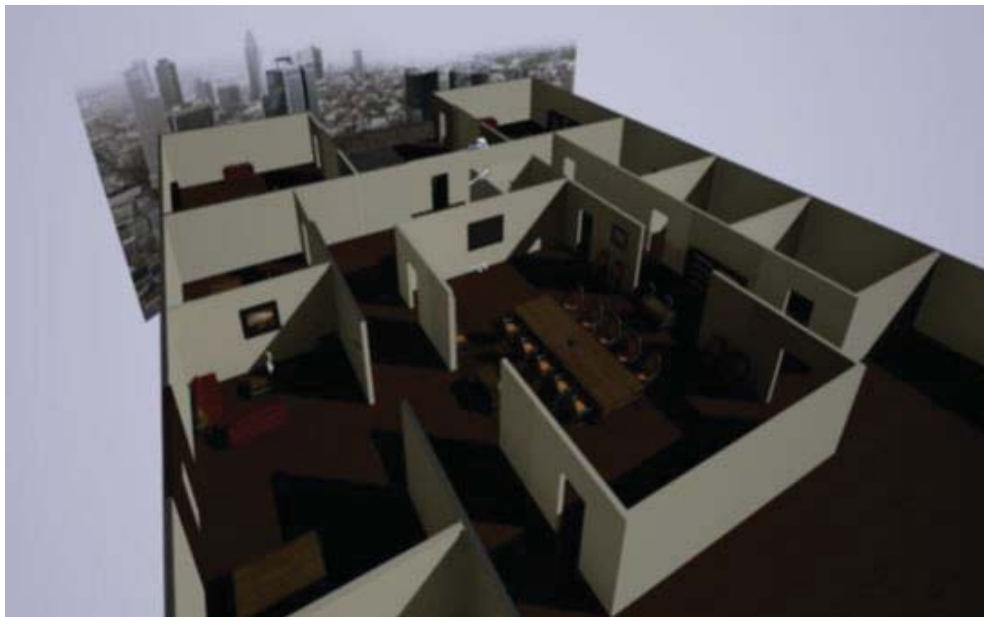


Figura 6. Imagem em terceira pessoa da cena de investigação [17].

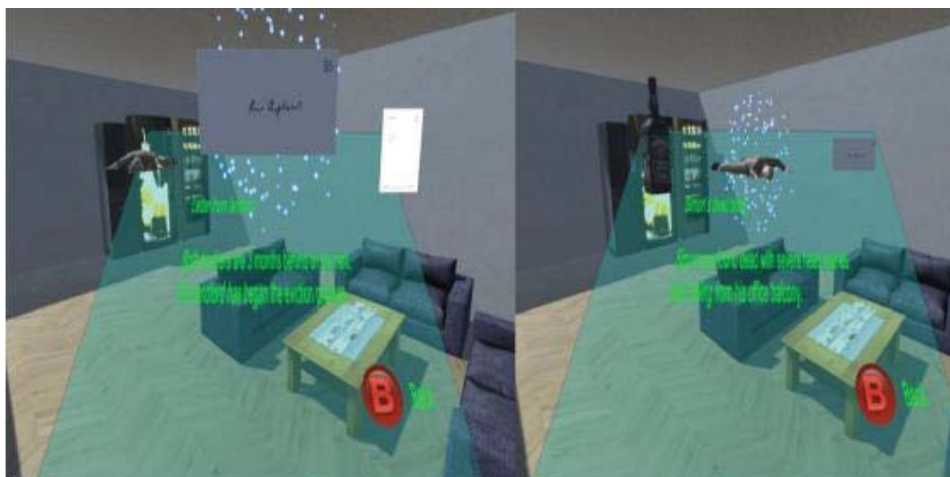


Figura 7. Interação com informações e objetos existentes na cena de crime [17].

Como resultado deste estudo, os autores ressaltam a metodologia alternativa de apresentar instruções e informações em um nível suplementar, resultando em maior eficácia na capacidade de aprendizagem com o uso de RV. Os participantes descreveram uma avaliação muito positiva em relação à usabilidade da ferramenta e os aspectos relacionados a facilidade de uso com pouca complexidade. Eles se sentiram imersos na cena, e puderam facilmente explorar o meio ambiente e, portanto, conhecer mais os aspectos e fatos existentes na cena e fazer mais interatividade com os objetos e se familiarizarem com o conceito. Os participantes também consideraram que não seria preciso um treinamento prévio, dado a rápida adaptação e assimilação dos comandos do jogo.

Considerando as pesquisas apresentadas nesse Capítulo, destacam-se estudos que comprovam a possibilidade do uso da tecnologia 3D e AVs na prática da perícia criminal forense. Na abordagem desse trabalho, cabe salientar que o diferencial proposto está na criação de um ambiente virtual imersivo integrado a uma base de dados com laudos periciais reais, utilizando-se de uma metodologia de comunicação própria para essa conexão. Além disso, pretende-se coletar informações que chancelem a pertinência da nova ferramenta, utilizando-se como estudo de caso para modelagem e interação uma cena de crime modelo previamente selecionada da literatura forense. O próximo Capítulo apresenta mais informações a respeito do ambiente virtual desenvolvido e a metodologia de comunicação proposta.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O foco deste trabalho é apresentar um ambiente imersivo de RV para estudo da perícia forense, que se utiliza de uma metodologia para comunicação entre uma base de dados gerada por um software proprietário, e um ambiente simulado denominado Perittus VR. As próximas subseções apresentam o software e a metodologia proposta.

4.1. SOFTWARE PERITTUS CRIMINAL

A empresa Perittus X (<http://perittusx.com.br>), detentora dos direitos autorais do sistema de perícia trabalhista “Perittus Trabalhista”, com versão fechada para comercialização, está canalizando seus esforços para finalizar um novo sistema voltado à elaboração dos laudos eletrônicos para perícias criminais, denominado Perittus Criminal. A Figura 8 destaca parte da modelagem da base de dados referente ao sistema desenvolvido.

Para o software Perittus Criminal, utilizou-se as seguintes ferramentas no desenvolvimento: para o back-end a linguagem PHP orientado a objeto, no front-end o HTML5, JQuery e no armazenamento dos dados é utilizado o PostgreSQL, como banco de dados relacional. Todo o desenvolvimento dos módulos do projeto desde o seu início, foi gerenciado através da metodologia ágil SCRUM.

Como o sistema de perícia criminal está em desenvolvimento, e pensando na oferta de um módulo de comunicação com futuras simulações de RV, optou-se em definir um formato simples, com exportação de dados básicos de laudos periciais para arquivos no formato CSV definidos pelo usuário. Dessa forma, evita-se, num primeiro momento, a dependência com toda a base de dados, e garante-se segurança no compartilhamento de informações para uso único e exclusivo da simulação em RV. Assim, somente itens chave selecionados pelo usuário perito podem ser exportados e usados no AV.

Para representar essa situação, optou-se em modelar manualmente um estudo de caso da literatura forense [9], uma “cena de crime modelo” (Figura 9) em um protótipo denominado Perittus VR. Toda a implementação deste estudo de caso seguiu a metodologia de comunicação definida para gerar as informações que vão alimentar o Perittus VR, conforme descrito nas próximas duas subseções.



Figura 8. Parte da modelagem da base de dados.

4.2. PERITTUS VR

O Perittus VR é um protótipo que teve como embasamento uma descrição detalhada referente a uma cena de crime modelo, previamente selecionada da literatura forense, esta cena é apresentada em croqui elaborado no formato 2D [9].

A escolha foi definida em conjunto com um profissional da área, o médico perito. Na Figura 9, observa-se os principais objetos, localizações e informações visuais que ilustram o desfecho do caso. Por exemplo, na sala principal tem-se o corpo da vítima na posição original no qual veio a falecer, um par de chinelos com as marcas de sangue impressas pelo chão do imóvel. Já no banheiro, nota-se um rodo e a pia com marcas de sangue da vítima. As descrições da cena de crime da literatura são representadas pela simulação no AV.

O foco desse protótipo é mostrar que, com base em informações periciais, é possível oferecer uma ferramenta de RV para auxílio ao trabalho do profissional da área da perícia forense, melhorando sua interpretação sobre os fatos em estudo, ajudando-o a reproduzir suas conclusões periciais. Além disso, é criar um mecanismo capaz de acessar informações básicas registradas em um sistema oficial de perícia, associando aos objetos de interesse da cena 3D.

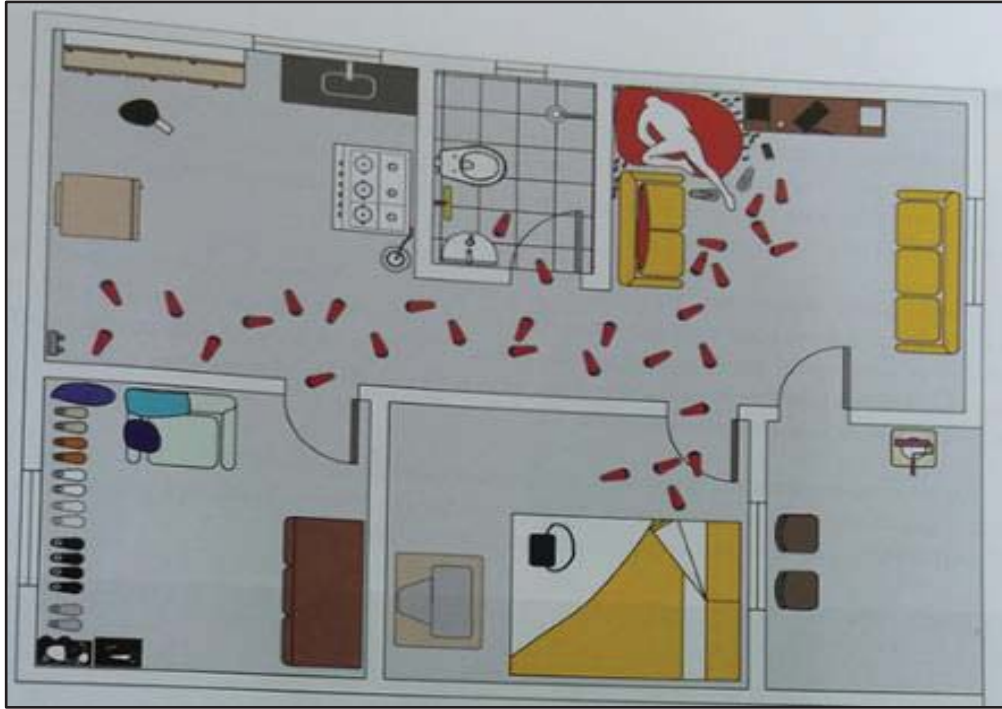


Figura 9. Croqui 2D da cena de crime modelo [9].

Para desenvolvimento e aperfeiçoamento do AV, foi utilizado a game Unreal Engine e a ferramenta de modelagem Blender. Em relação aos dispositivos de RV, utiliza-se o HTC Vive e seus controles, além de gamepads comumente utilizados em jogos de computador. A escolha da Unreal Engine, no processo de criação do Perittus VR, se deu por ser atualmente o principal motor gráfico para o desenvolvimento de simuladores e jogos de alto nível, sendo uma ferramenta multiplataforma, suportando integração com outras ferramentas (middleware), de fácil utilização e especificamente projetada para acelerar a produtividade dos desenvolvedores. A Unreal traz um framework de desenvolvimento completo que fornece uma vasta gama de tecnologias de núcleo e ferramentas de criação [18].

Como resultado parcial da utilização da Unreal Engine, a Figura 10 apresenta uma prévia da aplicação desenvolvida, ou seja, um croqui da cena modelo em 3D, tendo como uma visão panorâmica do ambiente projetado.



Figura 10. Croqui da cena do crime em modelo 3D.

A aplicação suporta experiência de navegação em primeira e terceira pessoa, proporcionando deslocamento, sensação de estar dentro da cena do crime, e visão panorâmica do cenário. Com base nos trabalhos de Schofield [10] e Ma, Zheng e Lallie [11], a ideia é oferecer uma aplicação que apresente, com precisão e detalhamento, os recursos que compõem o objeto de estudo, colaborando para o entendimento e mantendo a credibilidade e as evidências das provas. No entanto, para a construção do cenário, ainda existe a necessidade de contratação de um profissional artista 3D, contratado pelo perito forense.

No protótipo, o usuário pode acessar, manipular e visualizar dados e objetos da perícia em simulação, quando necessário. Informações como textos originais do laudo pericial, imagens e vídeos são exibidos, como peças importantes para auxiliar na tomada de decisão e que venham a colaborar no intuito de buscar informações que possam esclarecer o fato ocorrido, reforçando ou não a conclusão do perito oficial.

Para que ocorra a devida interação com as informações contidas no laudo técnico e os objetos analisados em campo pelo perito oficial através do AV, oferece-se ao usuário uma experiência de navegação em primeira pessoa com mais detalhamento e possibilidades de visão por ângulos diferentes, conforme mostram as Figuras 11, 12 e 13.



Figura 11. Experiência de navegação em primeira pessoa.

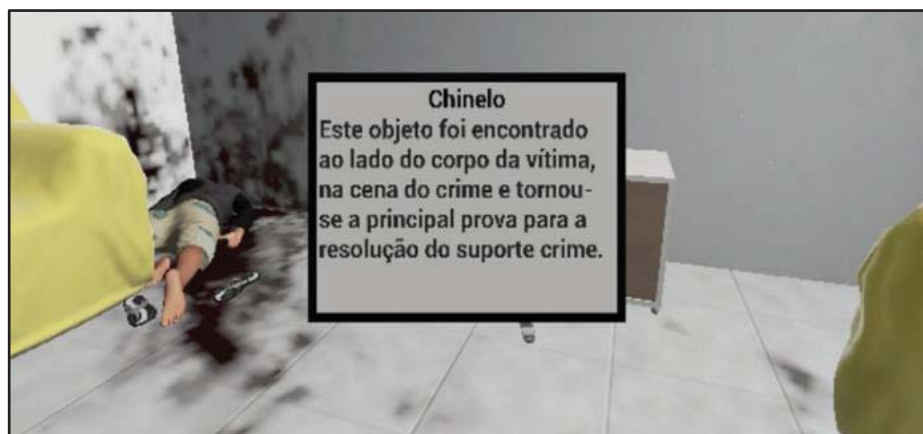


Figura 12. Modelo de interação com os objetos do ambiente.



Figura 13. Experiência de navegação em terceira pessoa.

4.3. METODOLOGIA PARA EXPORTAÇÃO DE DADOS

Para a devida representação das informações dos laudos periciais finalizados em um AV, é preciso definir uma metodologia de comunicação e exportação de dados entre os softwares Perittus Criminal e o Perittus VR.

Essa padronização é importante, primeiramente, para manter o vínculo correto entre os modelos 3D utilizados no sistema de RV e a descrição detalhada dos objetos que compõem uma cena de crime, que está armazenada no banco de dados do software Perittus Criminal, no qual foi manipulado por um perito oficial. Além disso, contribui para evitar a dependência dos softwares e reduzir o fluxo de rede pois, o Perittus VR apenas trabalhará com informações de laudos periciais finalizados, que não serão mais alterados.

Para essa metodologia, optou-se pela exportação dos registros para arquivos texto no formato CSV, devido a facilidade de manipulação no AV imersivo utilizando somente os recursos nativos da game Unreal Engine. A Figura 14 apresenta um fluxograma que representa a metodologia de comunicação proposta.

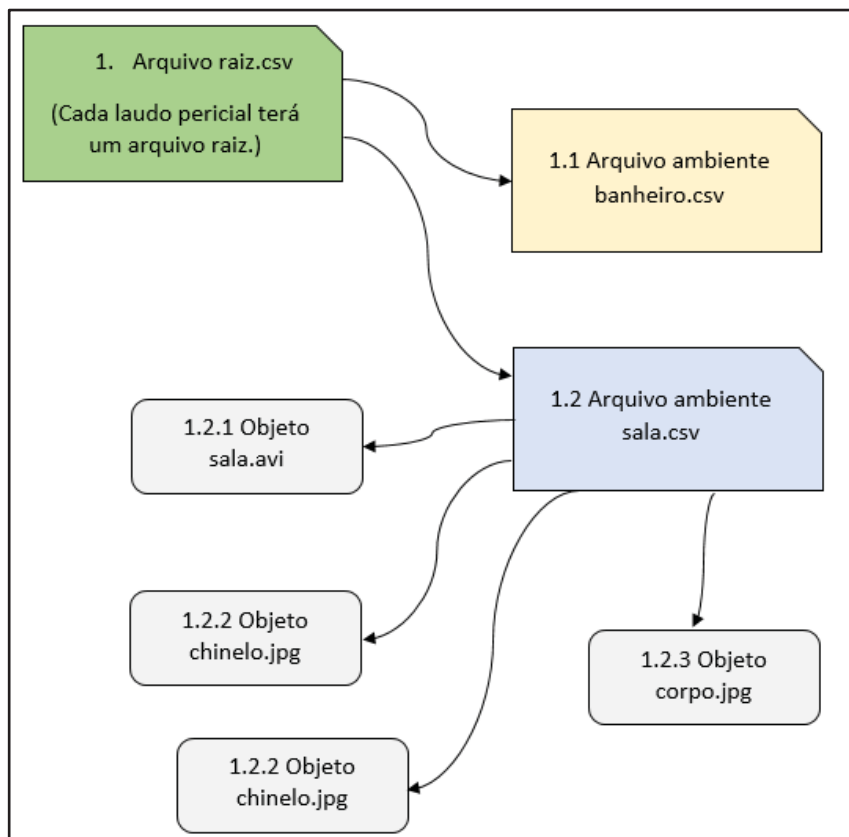


Figura 14. Metodologia de comunicação proposta.

Inicialmente, deve-se criar um arquivo principal chamado “raiz”, para identificar a relação de todos laudos periciais com os status de finalizado (Sim, S; Não, N) e se já foi importado anteriormente (S/N), como ilustra a Tabela 1. Cabe ressaltar que, após gerado e finalizado um laudo pericial, o mesmo não pode sofrer alterações pelo perito, por se tratar de documento oficial de um processo criminal.

Tabela 1. Raiz dos laudos periciais.

ID_LP	IDENTIFICAÇÃO LAUDO	LAUDO FINALIZADO	IMPORTADO
01	LP_80_2016	S	S
02	LP_30_2016	N	N
03	LP_70_2016	S	N

Atrelado ao arquivo que relaciona todos os laudos periciais finalizados, o usuário pode criar um segundo arquivo para a exportação, denominado “laudo”. Esse arquivo está obrigatoriamente vinculado ao laudo pericial de interesse, que relaciona todos os ambientes que compõe uma cena do crime. A Tabela 2 apresenta seu formato com a disposição do conteúdo.

Tabela 2. Laudos periciais e seus ambientes.

ID_LP	ID_AB	IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE
01	01	Sala da casa
01	02	Banheiro
01	03	Quarto casal

Um terceiro arquivo de exportação “objetos”, associado ao “laudo”, também é gerado pela ação do usuário. Ele tem como principal função mostrar todas as informações existentes em um laudo pericial, detalhando os objetos que compõem um ambiente. Portanto, cada ambiente de um laudo gera um arquivo com seus “objetos”, com campos para identificar o objeto, seu descritivo textual e os caminhos para as mídias associadas (fotos e/ou vídeos), conforme mostrado na Tabela 3 (Apêndice D). Todos esses dados serão posteriormente carregados e visualizados na cena do crime, dentro do AV.

Tabela 3. Objetos de um ambiente referente a um laudo pericial.

OBJETOS DE UM AMBIENTE REFERENTE A UM LAUDO PERICIAL						
ID_ LP	ID_ AB	ID_ OB	Identificação	Tipo	Descritivo do objeto	Caminho
01	01	01	Chinelo da vítima	TXT	Este objeto foi encontrado ao lado do corpo da vítima, na cena do crime e tornou-se a principal prova para a resolução crime.	
01	01	02	Chinelo2	JPG		perittusvr\laudo80_2016\sala\chinelo2.jpg
01	01	03	Corpo	TXT	O corpo da vítima esta caído ao lado do sofá na sala de entrada da casa, com dois cortes no lado esquerdo do rosto.	
01	01	04	Corpo1	JPG		perittusvr\laudo80_2016\sala\corpo1.jpg
01	01	05	Sofá	JPG		perittusvr\laudo80_2016\sala\sofa.jpg
01	01	06	Vídeo sala	MP4		perittusvr\laudo80_2016\sala\videosala.mp4

Após a geração e a exportação destes arquivos no formato CSV, os mesmos estarão disponíveis para importação no sistema PerittusVR. Dessa forma, o profissional que fará o esboço virtual da cena poderá associar facilmente cada informação do laudo pericial a um objeto 3D, mantendo a fidedignidade para o processo de estudo e treinamento no ambiente de RV.

O funcionamento desta metodologia de comunicação entres as bases de dados ocorre através da geração de arquivos textos no formato CSV, observando os critérios estabelecidos na exportação, em um diretório pré-determinado na estrutura do servidor web do Perittus Criminal. O Perittus VR realiza a conexão com o webservice, para buscar e ler estes arquivos. A partir disso, ele cria sua própria base de dados, simplificada, com todos as informações lidas sobre os objetos, ambientes, textos, imagens e demais dados relevantes sobre uma determinada cena de crime.

Dessa forma, proporciona-se a apresentação de informações para leitura e interação do delito ocorrido no ambiente 3D, contribuindo para o processo de interpretação. A cena no Perittus VR mapeia esses dados e os objetos 3D por meio de recursos existentes na ferramenta Unreal Engine denominado blueprints, que fazem a leitura dos dados e a associação com os objetos 3D, decidindo em que elemento de interface esses dados serão exibidos. O profissional

artista 3D pode simplesmente associar esses blueprints pré-definidos a cada modelo que ele incluirá na cena a ser simulada.

4.4. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE COMUNICAÇÃO

Para implementação da metodologia de comunicação proposta, utilizou-se um recurso da Unreal Engine denominado *Blueprints Visual Scripting*, ou simplesmente *blueprints*.

Esse recurso oferece uma interface baseada em nodos que permite criar elementos e definir classes utilizando o paradigma de orientação a objetos [19]. Ele também permite que o próprio desenvolvedor programe novos nodos de funcionalidades ou bibliotecas utilizando a linguagem de programação C++. Um *blueprint* pode, por exemplo, ser configurado para que cada objeto carregado na cena, por meio de um arquivo de texto, tenha determinado comportamento.

Para este trabalho, utiliza-se o blueprint “InteractableObject”. Ele contém um componente “Static Mesh” em sua estrutura, permitindo que assets 3D sejam instanciados e configurados na cena. Também são utilizados *blueprints* para implementar variáveis como Index, para que o objeto possa ser identificado dentro do arquivo de entrada e na *engine*, e FilePath, para definir o caminho do arquivo a ser carregado (Figura 15). O manuseio destes recursos é simples, e permite que *designers* gráficos (artistas) entendam e configurem facilmente o processo interativo desejado, não dependendo exclusivamente de programadores para essa tarefa.

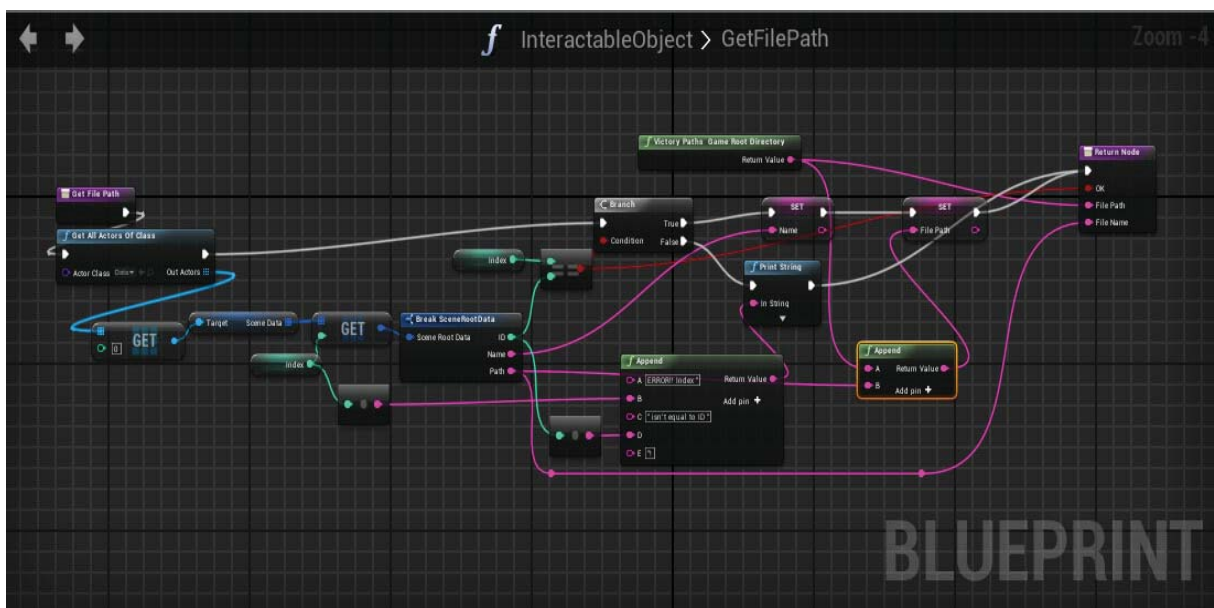


Figura 15. Função "GetFilePath" dentro do blueprint "InteractableObject".

A cena no Perittus VR mapeia esses dados e os objetos 3D por meio de *blueprints* especializados, que fazem a leitura dos dados e a associação com os objetos 3D, decidindo em que elemento de interface esses dados serão exibidos. Assim, artistas podem simplesmente associar esses *blueprints* pré-definidos a cada modelo que ele inclui na cena a ser simulada.

Ainda considerando o *blueprint* “InteractableObject”, existe implementada uma função que mostra um *widget*¹ para cada instância 3D dentro do cenário. O objetivo é exibir as informações correspondentes àquele objeto, sejam elas imagens ou texto. A Figura 16 ilustra essa característica, mostrando um texto oriundo da base de dados pericial que está associado ao objeto “Chinelo”.

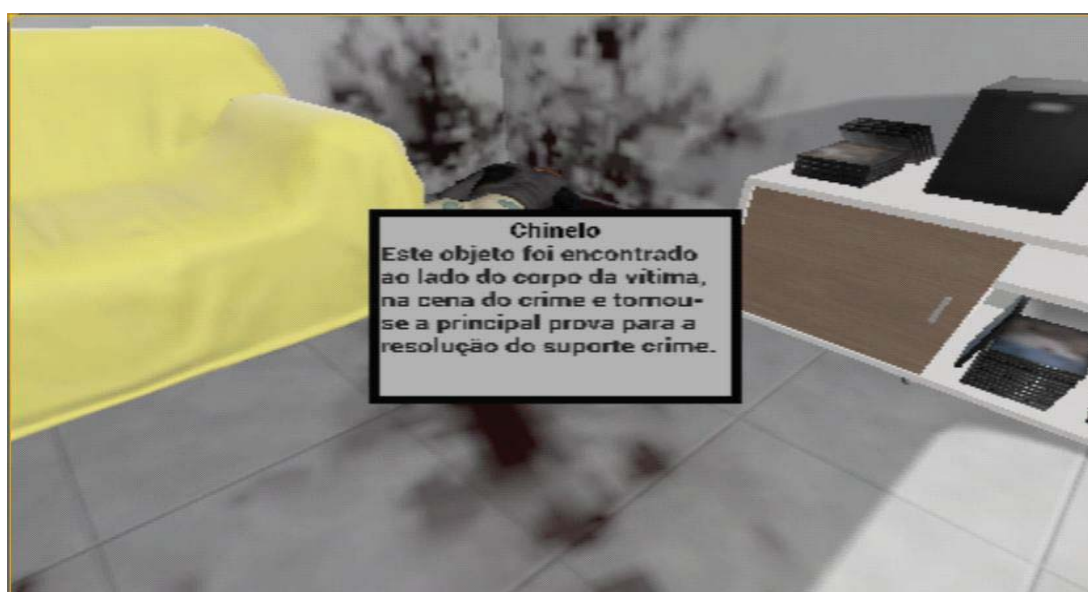


Figura 16. Demonstração de widget, quando o usuário seleciona um objeto da cena.

A seleção e manipulação de objetos, bem como a navegação no cenário, é mapeada para o usuário interagir com teclado e/ou mouse, em modo não imersivo. Em modo imersivo, as ações são desempenhadas pelos controles do dispositivo HTC Vive.

Para selecionar e confirmar o objeto desejado, o usuário deve posicionar o indicador virtual (crosshair) no objeto, e pressionar a barra de espaço do teclado. Caso esse objeto tenha informações associadas, um *widget* é instanciado na sua frente, seguindo a posição da câmera para que o usuário possa ler as informações. Para retirar o *widget* da janela de visualização, basta desmarcar a seleção, pressionando novamente a tecla.

¹ Componente de interface gráfica que representa um elemento para uma janela de diálogo, como botões, menus, ícones, barras de rolagem, entre outros.

Referente ao armazenamento das informações oriundas da base de dados pericial, utilizam-se as estruturas de dados “Object_data” e “SceneRoot_data”, correspondentes aos arquivos de objetos e das cenas a serem carregadas para a aplicação. Cada uma delas contém um número inteiro (ID) para identificação, e duas *strings* (Type e Path) para definir o tipo e o caminho do arquivo relacionado.

O *blueprint* “VRGameMode” faz a verificação dos dispositivos disponíveis (Figura 17), no início da aplicação. Caso o HTC Vive esteja em execução, ele habilita o fluxo interativo para o modo imersivo. Ele também é responsável em mudar o estilo e o posicionamento relativo dos elementos do cenário e da câmera, a fim de adequar a experiência do usuário com recursos de RV.

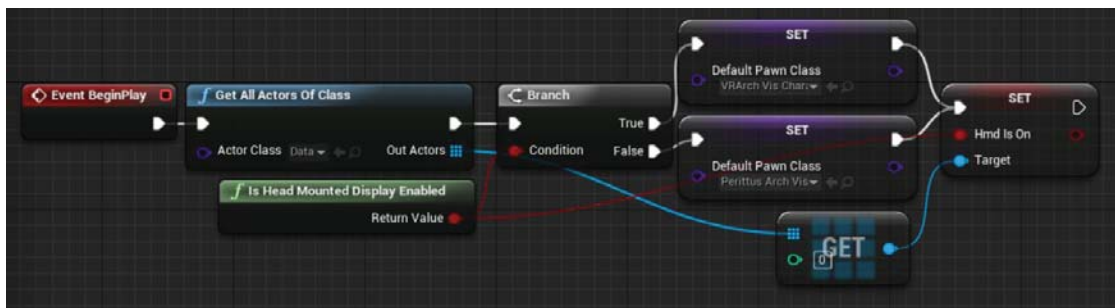


Figura 17. Gráfico de eventos do blueprint VRGameMode.

No blueprint “Data”, a função “LoadStringArrayFromFile” é executada recebendo como parâmetro o endereço do arquivo a ser lido e um valor booleano para extrair somente os textos e os caminhos, ignorando linhas em branco (Figura 18). Essa função utiliza métodos de uma biblioteca implementada em C++ (MyBlueprintFunctionLibrary), especificamente para esse trabalho, responsável pela leitura de arquivos CSV, como mostra o Apêndice A.

Após executar a leitura, os dados de cada elemento são agrupados como uma única *string*, com valores separados por vírgulas. Esse conjunto é analisado (*parsing*) e preparado para inserção em uma estrutura de dados, por meio da função “ExplodeString”. Dessa forma, eles podem ser utilizados posteriormente na associação com os arquivos dos objetos do cenário e na visualização de suas informações.

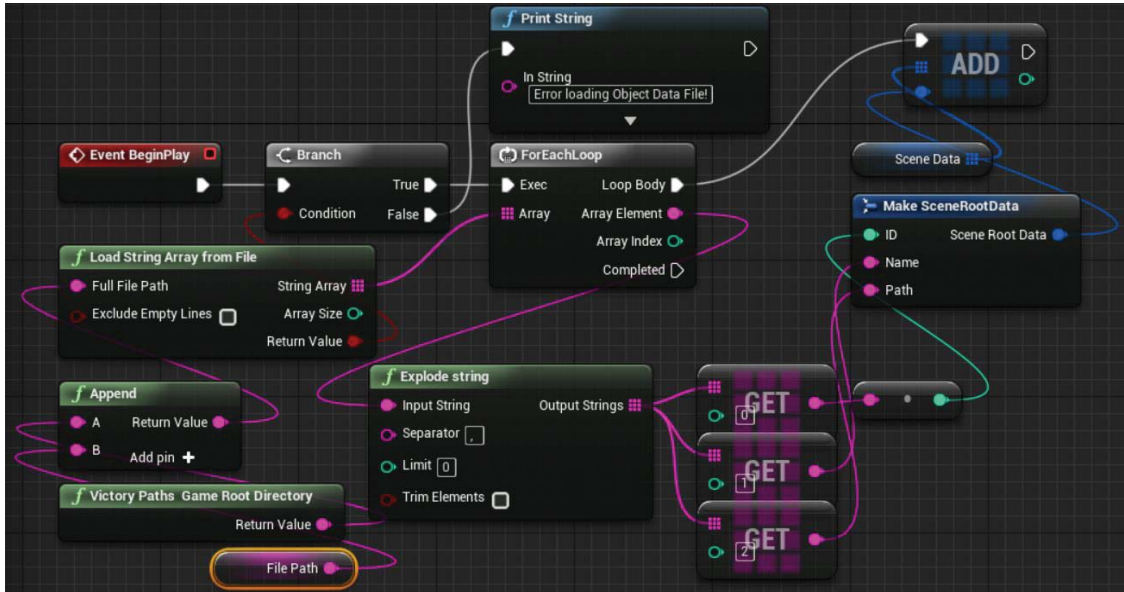


Figura 18. Gráfico de eventos do blueprint Data.

5. ESTUDO PILOTO

Com o propósito de validar preliminarmente o AV implementado para estudo da perícia forense, bem como a pertinência da metodologia de comunicação, este capítulo descreve como foram aplicados os testes com um grupo distinto de participantes e quais são os resultados obtidos. Neste sentido, as próximas seções detalham os procedimentos do pré-teste, o teste, o pós-teste e a análise e discussão dos resultados.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Participaram da pesquisa 06 indivíduos, todos do sexo masculino, com idades variando entre 23 a 51 anos e com uma média de $41,00 \pm 10,05$ anos. Optou-se por buscar um grupo heterogêneo de participantes, com formação em áreas bem distintas, para uma variabilidade de impressões preliminares nos quesitos da facilidade no entendimento e na efetividade da comunicação sobre a ferramenta. Deste total, dois participantes trabalham diretamente com a Perícia Criminal Forense e outros dois tem vínculo com a área do Direito Penal, e os outros dois participantes são neutros, com formação nas áreas da Administração e Ciência da Computação. Ainda, todos os participantes possuem, no mínimo, nível de ensino superior completo em suas áreas a fins.

5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados aconteceu em dois momentos: no pré-teste e pós-teste, os quais são detalhados nas próximas seções.

5.2.1 Pré-teste

Esta etapa apresenta o material utilizado para aplicação dos testes para com os participantes e, na sequência, faz um breve relato dos objetivos deste trabalho para entendimento dos fatos ocorridos e do propósito deste estudo.

Após, executa-se a avaliação inicial com o seguinte instrumento: Questionário Sociodemográfico e de Caracterização da Amostra.

O Questionário Sociodemográfico e de Caracterização da Amostra (Apêndice B) contém perguntas sobre idade, gênero, profissão, frequência que trabalha com laudos periciais, interação com óculos de RV, se já teve acesso a games imersivos, tratamento médico, dificuldade motora e queixas referente a desordem de equilíbrio. Estes dados foram coletados em forma de entrevista.

Conforme informações fornecidas pelos participantes sobre a existência de alguma dificuldade motora ou desordem de equilíbrio, um indivíduo relatou possuir desordem de equilíbrio (labirintite), e outros três participantes marcaram que já tiveram contato e utilizaram óculos de RV. Em relação a frequência da interação com laudos periciais, quatro dos seis participantes assinalaram esta condição.

5.2.2 Teste do software Perittus VR

Os testes com o AV foram realizados nos dias 05 de maio, 07 e 09 de junho de 2017, no módulo III do UPF Parque no Campus I da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo. Este estudo foi dividido em duas etapas: primeiramente, o participante faz a leitura da contextualização (Anexo A), analisa a imagem da cena do crime (Anexo B), analisa uma ampliação do croqui da cena (Anexo C) e faz a leitura de informações complementares sobre o ocorrido (Anexo D). Em seguida, visualiza uma imagem comparativa (Figura 19) do croqui 2D e sua representação em cenário 3D, as quais descrevem a cena de crime modelo. Em seguida, o participante experimenta o AV Perittus VR, em pé e podendo se locomover, utilizando óculos de RV (HTC Vive) e seus controles durante três minutos.

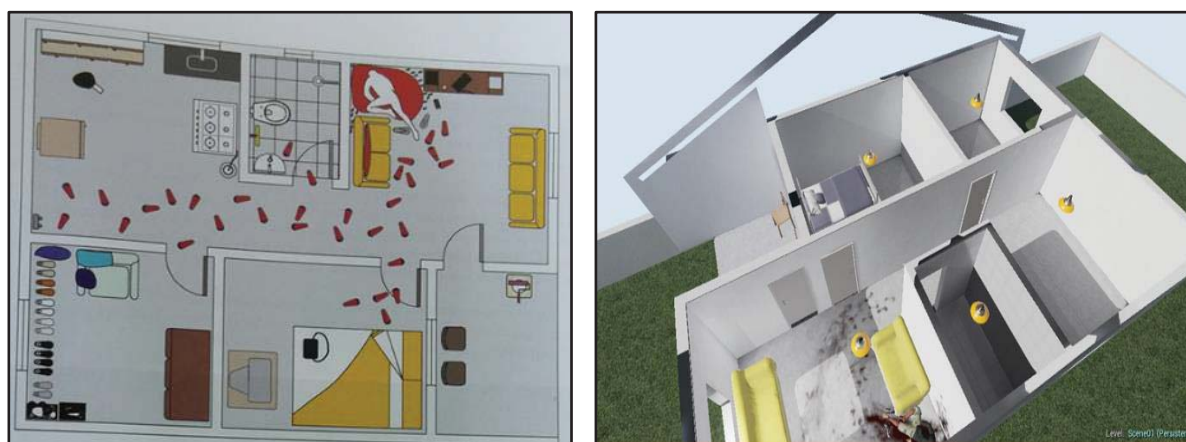


Figura 19. Croquis da cena apresentados ao usuário: 2D (à esquerda, da literatura) e 3D à direita, do AV).

Antes da realização do teste, foi destinado um tempo de três minutos para familiarização e aprendizado com os recursos a serem utilizados no AV imersivo, principalmente para com os participantes que nunca tiveram interação com a RV.

Neste tempo de adaptação com o AV, o participante foi guiado lentamente pela cena para se ambientar com a utilização do óculos de RV e a sua sensação de imersão.

No período de três minutos, destinado para cada participante realizar o seu teste com a ferramenta, os mesmos tiveram a liberdade de se locomover dentro do ambiente criado, observando o limite dos sensores de movimentação do (HTC Vive), explorando o cenário e, principalmente, comparando os objetos existentes na cena de crime, descritos pelo perito em seu laudo pericial.

Cabe ressaltar que, neste experimento, o participante não foi avaliado pelo seu desempenho na execução das ações. O objetivo foi testar a ferramenta, juntamente com a sua metodologia de comunicação aplicada para construção do AV, validando assim se a mesma é eficaz ao profissional perito, no estudo de um conjunto de dados alusivos a uma perícia criminal e na simulação virtual de uma cena de crime, utilizando dispositivos de RV.

Ao final do experimento, o participante era encaminhado para responder questões de avaliação sobre a facilidade no entendimento e na efetividade da comunicação da ferramenta, e relatar sua impressão sobre a experiência vivenciada.

A previsão de tempo para completar todo o experimento (ler documentos, treinamento e teste com o AV, responder questionários) foi de, aproximadamente, 30 minutos.

5.2.3 Pós-teste

Nesta etapa os participantes foram convidados a responder um instrumento de avaliação do software Perittus VR, em formato de questionário (Apêndice C). Esse documento continha seis questões de múltipla escolha com escala de Likert em 5 níveis, destinadas a indicar a facilidade e o entendimento da ferramenta, marcando 1 para mais difícil e 5 para mais fácil. Após responder as questões, o participante poderia deixar sua opinião e/ou contribuição através de uma pergunta aberta descritiva no final do documento.

5.3 RESULTADOS

As respostas dos participantes foram tabuladas de forma que pudessem ser analisadas e interpretadas. Para facilitar a discussão, a Tabela 4 apresenta as perguntas do questionário pós-teste. A média dos resultados de cada questão e o seu desvio padrão são mostrados na Figura 20.

Tabela 4. Questões referentes ao questionário de avaliação.

Nº	Questão
1	Senti-me confortável em navegar e visualizar a cena do crime, no formato 3D imersivo.
2	Foi fácil executar as tarefas de navegação e interação na cena utilizando os equipamentos envolvidos.
3	Foi fácil visualizar e identificar os principais objetos da cena de crime.
4	Ficou fácil ler e entender a descrição do perito oficial, associada aos objetos da cena.
5	O cenário 3D representou, com riqueza de detalhes, a descrição da cena de crime existente na literatura forense.
6	O software testado foi útil como ferramenta de apoio ao estudo de perícia forense.

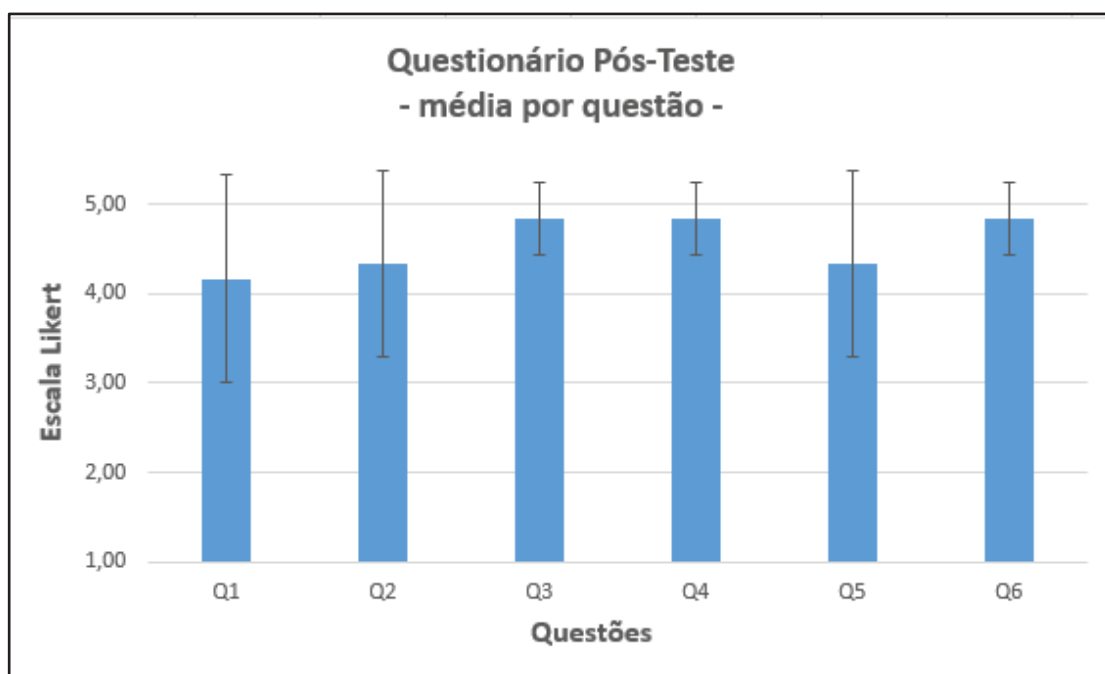


Figura 20. Média por questão referente ao teste da ferramenta.

De um modo geral, nota-se que a ferramenta de RV apresentou uma pontuação positiva nos seis quesitos avaliados, com média geral superior ao nível 4 na Escala Likert,

indicando que eles concordavam com as afirmações de facilidade e entendimento dos recursos do AV para estudo de perícia forense.

De acordo com os resultados apresentados, observa-se também que a média da Questão 1 (Q1, $\bar{x} = 4,17$), que avalia a sensação de conforto durante a experiência no AV, no qual foi a média mais baixa em relação as demais. Entende-se que essa avaliação diferenciada se deu porque um dos participantes, na categorização da amostra, alegou nunca ter interagido com dispositivos em ambiente de RV. Agrega-se também o fato de outro participante ter assinalado possuir desordem de equilíbrio.

Com relação a facilidade de navegação e interação com o AV, abordado pela Questão 2 (Q2, $\bar{x} = 4,33$), destaca-se que dois usuários relataram a necessidade de melhorar a movimentação do usuário dentro do espaço virtual, sem comprometer a visualização dos objetos.

Para a Questão 3 (Q3, $\bar{x} = 4,83$), que procurou avaliar a facilidade de identificar os principais objetos na cena do crime, entende-se que a avaliação ficou dentro do esperado, e que os participantes puderam rapidamente compreender o propósito de cada elemento dentro da simulação com RV.

De modo similar, a Questão 4 (Q4, $\bar{x} = 4,83$), que abordou a relação entre a descrição do perito e sua associação na cena, também mostrou um resultado positivo e esperado, destacando a importância do uso da imagem 3D em conjunto com representações descritivas e outras mídias usadas em laudos periciais.

A Questão 5, que questiona se o cenário 3D apresentou com riqueza de detalhes a cena do crime, houve uma variação da média (Q5, $\bar{x} = 4,33$) similar a Q2. Entende-se que isso tem relação com o relato de um participante da área do direito criminal, que salientou como é fundamental ter uma riqueza de detalhes em todos os objetos da cena, pois são nos detalhes que se consegue demonstrar, comprovar e ou contestar o que realmente ocorreu.

Em relação a utilidade da ferramenta como apoio ao estudo da perícia forense, Questão 6, comprovou-se o resultado esperado pelo cenário oferecer facilidade no entendimento e proporcionar uma boa aceitação dos participantes (Q6, $\bar{x} = 4,83$).

Tais resultados preliminares demonstraram que os participantes entenderam o propósito de apresentação e de interação no cenário 3D simulado facilmente, independente da

formação ou profissão. Assim, pode-se dizer que o protótipo testado tende a ser útil como ferramenta de apoio ao estudo de perícia forense.

5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a realização dos testes no AV, implementado através da metodologia de comunicação entre as bases de dados do Perittus Criminal e o Perittus VR, por um grupo de seis usuários, conforme apresentado na seção anterior, obteve-se boas impressões dos participantes.

Nessa primeira experiência, obteve-se uma avaliação preliminar positiva sobre a oferta de um AV para fins de perícia forense, bem como da representação dos principais dados na cena. De acordo com as opiniões dos usuários, a simulação foi pertinente à cena da literatura, e ajudou a compreender rapidamente os fatos descritos, considerando textos e provas (objetos). A leitura e a associação dos dados da base aos modelos geométricos se deram com rapidez e não apresentaram falhas. Fez-se também um elogio à modelagem da cena, destacando como fundamental o papel do artista 3D nesse processo.

No entanto, entende-se que ainda se torna importante avaliar a pertinência desta ferramenta e a metodologia de comunicação proposta, com um grupo maior e mais homogêneo de usuários, e com mais detalhes inseridos na cena 3D que serviu de modelo. Em especial, deve-se avaliar o uso da ferramenta, exclusivamente, com profissionais do Direito e de peritos criminais.

Por outro lado, cabe também avaliar o funcionamento da metodologia de comunicação proposta assim que o sistema de perícia criminal estiver com todos os seus módulos devidamente finalizados e aprovados. Nessa avaliação preliminar, a base continha apenas os dados da cena de crime modelada como aplicação de RV. Nesse contexto, deve-se avaliar o trabalho do artista 3D quando este busca os dados de uma base e faz a associação com os objetos da cena que ele modela.

Somente dessa forma, acredita-se que a ferramenta de RV poderá, de fato, ser qualificada com um instrumento de estudo do perito frente aos fatos ocorridos em uma cena do crime, com uma versão funcional para utilização no cotidiano.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma ferramenta de RV que tem por objetivo facilitar ao profissional de perícia forense o estudo de uma cena de crime simulada, com base em um conjunto de dados referente a uma perícia criminal. Os resultados preliminares do estudo piloto apresentaram impressões positivas sobre o AV criado, o conceito de representação e associação entre os objetos da cena e os dados armazenados em uma base de dados pericial.

Apesar de impressões positivas quanto ao uso da ferramenta, o estudo piloto mostrou que ainda é preciso avaliar o AV por meio de opiniões técnicas de uma equipe maior de profissionais peritos, alunos e professores da área do Direito. A ideia é que eles possam sugerir melhorias na aplicação, considerando suas experiências profissionais e fundamentos jurídicos, com foco para o desenvolvimento futuro de uma ferramenta que qualifique o trabalho do perito forense frente a diferentes fatos ocorridos em cenas de crime simuladas.

Do mesmo modo, notou-se que é fundamental avaliar também o processo interativo, como meio de garantir a precisão dos relatos e conservar o caráter científico da prova técnica. Quanto mais recursos de seleção, manipulação e navegação forem oferecidos ao observador para com o cenário, por exemplo, maior será a isenção da apresentação referente a reprodução simulada virtual do fato ocorrido. Essa interação deve respeitar rigorosamente os fatos relatados pelo perito oficial, através do seu laudo técnico, evitando descrédito por parte dos observadores e o amparo legal à utilização das animações forenses em processos judiciais.

Como trabalhos futuros, pretende-se evoluir o protótipo Perittus VR, para que o mesmo se torne um template dentro da Unreal Engine. Isso permitirá que os blueprints que leem e associam laudos e modelos 3D possam ser utilizados em outras simulações de RV, facilitando o trabalho de programadores e artistas gráficos.

Por fim, o objetivo não se foi medir ou testar o desempenho da solução, pois a mesma não pretende substituir o laudo técnico em 2D gerado pelo perito criminal oficial. Pelas impressões obtidas, mostrou-se ser um recurso diferenciado, que pode se comunicar com uma base de dados forense, e ajudar no entendimento de laudos por todas as possíveis partes interessadas no futuro.

REFERÊNCIAS

- [1] G. C. Burdea and P. Coiffet, *Virtual Reality Technology*, 2. Ed. New Jersey, 2003.
- [2] A. V. Netto, L. dos S. Machado, and M. C. F. de Oliveira, “Realidade Virtual: Definições, Dispositivos e Aplicações,” *Rev. Eletrônica Iniciação Científica da SBC*, vol. 2, p. 33, 2002.
- [3] T. M. de Oliveira, “Imersão em jogos pervasivos,” *XXXV Congr. Bras. Ciências da Comun.*, vol. 7, pp. 315 – 334, 2013.
- [4] IPOG (2015). *Perícia Criminal e Ciência Forense*. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/curso/direito/pericia-criminal- e- ciencias- forenses/>>. Acesso em: 05 Mai. 2015.
- [5] Interpol. *Criminal Intelligence Analysis*. Disponível em: <<http://www.interpol.int/INTERPOL-expertise/Criminal-Intelligence-analysis>>. Acesso em 28 Mai. 2015.
- [6] APCF. *Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais*. Disponível em: <<http://www.apcf.org.br/PericiaCriminal>>. Acesso em: 18 Jun. 2015.
- [7] DENARDIN, A. (2009), O uso de computação gráfica em reproduções simuladas: metodologias, casos de aplicação e possibilidades futuras. XX Congresso Nacional de Criminalística, III Congresso Internacional de Perícia Criminal, João Pessoa (PB).
- [8] ALMEIDA, C. S., FREITAS, C. O. (2009), A Admissibilidade da Animação Forense Como Meio de Prova no Poder Judiciário, *Revista Brasileira de Ciências Criminais 2009 - RBCCRIM v.78*, Ed. Revista dos Tribunais.
- [9] VELHO. A.J, COSTA. A. K, DA-MASCENO. M.C (2013). *Locais de Crime dos Vestígios à Dinâmica Criminosa*. 1ª. ed. São Paulo: Editora Millennium.
- [10] SCHOFIELD, D. *Animating Evidence: Computer Game Technology in the Courtroom*. *Journal of Information Law & Technology*, 2009, Vol. 1. Disponível em: <http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/law/elj/jilt/2009_1/schofield>. Acesso em: 05 Mai. 2015.
- [11] MA, M., ZHENG, H., LALLIE, H. (2010). *Virtual Reality and 3D Animation in Forensic Visualization*. *J Forensic Sci*, September 2010, Vol. 55, No. 5. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01453.x.
- [12] MACHADO, L. D. S. (1995). *Conceitos Básicos da Realidade Virtual*. 52p.

- [13] DENARDIN, A. AYMONE, J.L.F. Teixeira. F.G. (2012), Animações Interativas para Criminalística. 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, São Luís (MA).
- [14] BREAUX, P.,S., Perceptual Motion, Admission of Forensic Animation, 2003. Disponível em: <http://www.expertlaw.com/library/animation/admission_forensic_animation.html>. Acesso em: 19 Mai. 2015.
- [15] GOLD, S., Shadow and Light Productions, Forensic Animation: Its Origins, Creation, Limitations and Future, 2002. Disponível em: <http://www.expertlaw.com/library/animation/forensic_animation.html>. Acesso em: 19 Abr. 2015.
- [16] MIRABETE, J.F. (2002). Processo Penal 13. Ed. São Paulo: Atlas.
- [17] M. MENTZELOPOULOS et al (2016). An Immersive Way For Teaching Criminal Law Using Virtual Reality. Springer International Publishing Switzerland 2016, iLRN 2016, CCIS 621, pp. 73–84. Doi: 10.1007/978-3-319-41769-1_6.
- [18] UNREAL ENGINE (2014). Unreal Engine. Disponível em: <http://www.unrealengine.com/> Acesso em: 14 abr. 2014.
- [19] Blueprints Visual Scripting, Unreal Engine. Disponível em <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Blueprints/>. Acesso: 19 de maio de 2017.

ANEXO A – CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO

Caso II – Um suspeito socialmente improvável, mas pericialmente confirmado

Contextualizando o caso

Em 06/05/2012, às 17h 35min, os peritos criminais foram acionados para realizar um exame de local de morte violenta, no qual um indivíduo do sexo masculino, adulto, foi encontrado, por familiares, morto no interior da sua residência. Segundo informações colhidas no local, a vítima encontrava-se há alguns dias sem manter qualquer tipo de contato, deixando, inclusive, de ir ao emprego, o que chamou a atenção das pessoas mais próximas. Ainda, segundo informações, o filho da vítima, que não morava naquela residência, após visualizar a cena do crime, entrou em estado de choque e se recusava a falar com outras pessoas.

A cena conforme encontrada pelos peritos criminais está esquematizada no croqui a seguir:

ANEXO B – IMAGENS DO CROQUI E DA CENA DO CRIME

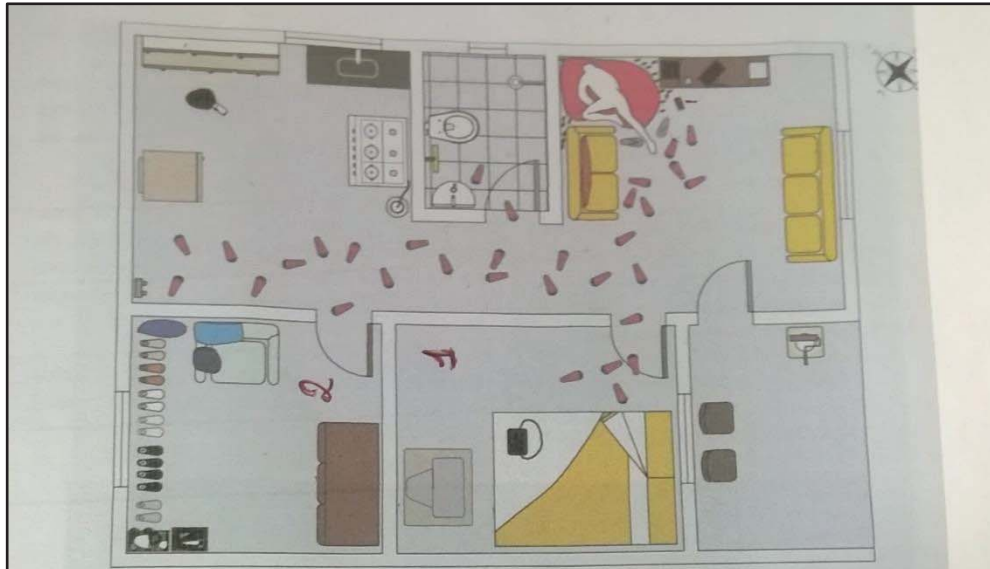


Figura 5 – Croqui do local de crime.



Figura 6 – Cadáver, na posição em que foi encontrado pelos peritos criminais.

ANEXO C – LAUDO AMPLIADO DO CROQUI 2D



ANEXO D – INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Informações Complementares

Durante a realização dos exames, após analisarem as características e a disposição dos vestígios encontrados no local, os peritos criminais cogitaram a possibilidade de uma pessoa próxima à vítima, que conhecia os seus hábitos e o interior daquela residência, ter praticado o crime em questão.

Essa possibilidade foi transmitida à equipe de investigação da delegacia da área, bem como a informação da existência, em determinadas regiões daquela residência, de marcas de impressão de sola(s) do(s) de chinelo(s) passíveis de serem confrontadas com outros calçados que eventualmente fossem recolhidos e encaminhados para a realização de exames periciais complementares.

Após uma semana, foi encaminhado ao Instituto de Criminalística, um par de chinelos que, segundo constava no Auto de Apresentação e Apreensão da delegacia responsável pela apuração daquele crime, pertencia ao filho da vítima.

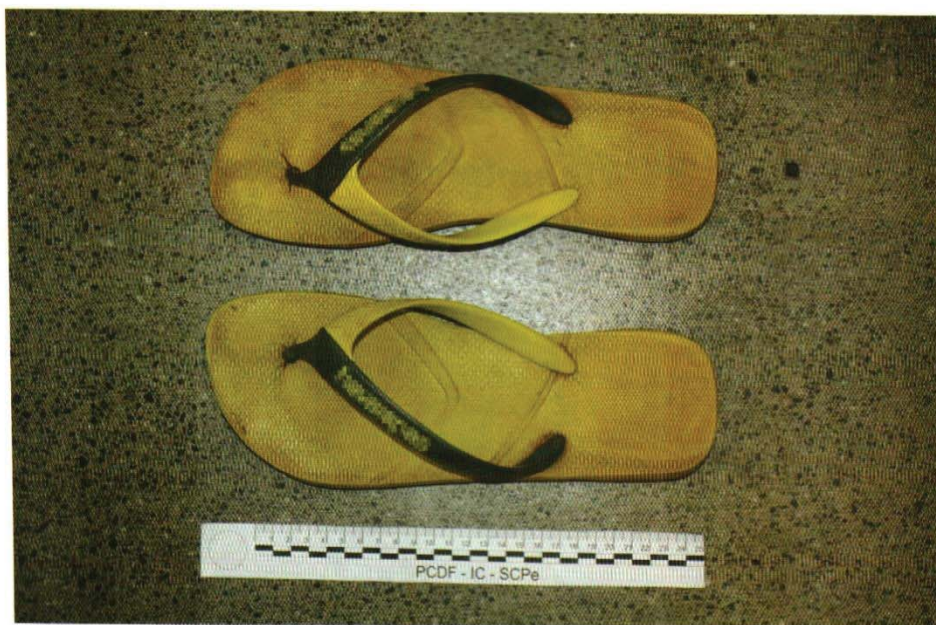


Figura 7 – Par de chinelos encaminhado ao Instituto de Criminalística do Distrito Federal.

APÊNDICE A - BIBLIOTECA PARA LEITURA DE ARQUIVOS CSV

```
// Fill out your copyright notice in the Description page of Project Settings.

#include "MyProject3.h"
#include "MyBlueprintFunctionLibrary.h"
#include "Engine.h"

bool UMyBlueprintFunctionLibrary::FileSaveString(FString SaveTextB, FString
FileNameB)
{
    return FFileHelper::SaveStringToFile(SaveTextB, *(FPaths::GameDir() +
FileNameB));
}

bool UMyBlueprintFunctionLibrary::FileLoadString(FString FileNameA, FString&
SaveTextA)
{
    return FFileHelper::LoadFileToString(SaveTextA, *(FPaths::GameDir() +
FileNameA));
}

bool UMyBlueprintFunctionLibrary::DetectHMDType(FString & HMDType)
{
    if (!GEngine->HMDDDevice.IsValid())
    {
        HMDType = "NoHMDTypeDetected";
        return false;
    }
    return true;
}
```

// Fill out your copyright notice in the Description page of Project Settings.

```
#pragma once
#include "Kismet/BlueprintFunctionLibrary.h"
#include "MyBlueprintFunctionLibrary.generated.h"
UCLASS()
class MYPROJECT3_API UMyBlueprintFunctionLibrary : public
UBlueprintFunctionLibrary
{
    GENERATED_BODY()
    UFUNCTION(BlueprintCallable, Category = "MyBlueprintFunctionLibrary")
        static bool FileSaveString(FString SaveTextB, FString FileNameB);
    UFUNCTION(BlueprintPure, Category = "MyBlueprintFunctionLibrary")
        static bool FileLoadString(FString FileNameA, FString& SaveTextA);
    UFUNCTION(BlueprintPure, Category = "MyBlueprintFunctionLibrary")
        static bool DetectHMDType(FString& HMDType);
};
```

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Categorização da Amostra	
Avaliado: _____	
Idade:	Gênero: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
Profissão/Ocupação:	_____
Você trabalha ou estuda sobre o tema, Perícia ou Direito Criminal?	<input type="checkbox"/> Perícia criminal; <input type="checkbox"/> Direito criminal; <input type="checkbox"/> Nenhuma das duas opções.
Qual a frequência que você interage ou visualiza laudos periciais?	<input type="checkbox"/> Nunca; <input type="checkbox"/> 1 a 3 vezes por semana; <input type="checkbox"/> 4 a 6 vezes por semana; <input type="checkbox"/> Todos os dias;
Você já teve interação com um óculos de realidade virtual?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Você já jogou um game imersivo ou participou de projetos que utilizam óculos de realidade virtual?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Faz algum tipo de tratamento médico:	<input type="checkbox"/> Sim. Qual? _____ <input type="checkbox"/> Não
Possui alguma dificuldade motora?	<input type="checkbox"/> Sim. Qual? _____ <input type="checkbox"/> Não
Possui alguma desordem do equilíbrio, como labirintite ou outra:	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Data e hora:	____/____/____ ____:____

APÊNDICE C -QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE PARTICIPANTE

Nome do participante: _____

O objetivo deste questionário é coletar informações sobre a opinião dos participantes em relação ao uso do software **Perittus VR**, que representa uma cena de crime em AV 3D imersivo, verificando se a solução é viável como ferramenta de apoio ao estudo da perícia forense.

Por favor, leia com atenção as questões a seguir e em caso de dúvida, solicite esclarecimento com o Observador. Suas contribuições são fundamentais e ajudarão na evolução dessa abordagem. Nas questões abaixo, assinale o número correspondente ao grau de concordância para avaliação de cada item, onde:

- 1 – Não concordo plenamente; 2 – Não concordo;
 3 – Não concordo e nem discordo; 4 – Concordo;
 5 – Concordo Plenamente.

Nº	Pergunta	Avaliação
1	Senti-me confortável em navegar e visualizar a cena do crime, no formato 3D imersivo.	① ② ③ ④ ⑤
2	Foi fácil executar as tarefas de navegação e interação na cena utilizando os equipamentos envolvidos.	① ② ③ ④ ⑤
3	Foi fácil visualizar e identificar os principais objetos da cena de crime.	① ② ③ ④ ⑤
4	Ficou fácil ler e entender a descrição do perito oficial, associada aos objetos da cena.	① ② ③ ④ ⑤
5	O cenário 3D representou, com riqueza de detalhes, a descrição da cena de crime existente na literatura forense.	① ② ③ ④ ⑤
6	O software testado foi útil como ferramenta de apoio ao estudo de perícia forense.	① ② ③ ④ ⑤

Deixe sua opinião e/ou contribuição sobre o experimento realizado:

APÊNDICE D –MODELO DE ARQUIVO PARA IMPORTAÇÃO

OBJETOS DE UM AMBIENTE REFERENTE A UM LAUDO PERICIAL						
ID_LP	ID_AB	ID_OB	Identificação	Tipo	Descritivo do objeto	Caminho
01	01	01	Chinelo da vítima	TXT	Este objeto foi encontrado ao lado do corpo da vítima, na cena do crime e tornou-se a principal prova para a resolução crime.	
01	01	02	Chinelo2	JPG		perittusvr\laudo80_2016\sala\chinelo2.jpg
01	01	03	Corpo	TXT	O corpo da vítima esta caído ao lado do sofá na sala de entrada da casa, com dois cortes no lado esquerdo do rosto.	
01	01	04	Corpo1	JPG		perittusvr\laudo80_2016\sala\corpo1.jpg
01	01	05	Sofá	JPG		perittusvr\laudo80_2016\sala\sofa.jpg
01	01	06	Vídeo sala	MP4		perittusvr\laudo80_2016\sala\videosala.mp4