

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA



**REALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO DE
OPERADORES DE SUBESTAÇÕES DE ENERGIA
ELÉTRICA UTILIZANDO O FRAMEWORK 70-20-10,
APOIADO POR REALIDADE VIRTUAL E
KIRKPATRICK MODEL**

Pablo Neander Borges Teodoro

JULHO

2023

PABLO NEANDER BORGES TEODORO

**REALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO DE
OPERADORES DE SUBESTAÇÕES DE ENERGIA
ELÉTRICA UTILIZANDO O FRAMEWORK 70-20-10,
APOIADO POR REALIDADE VIRTUAL E
KIRKPATRICK MODEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Banca Examinadora:

Prof. Daniel Costa Ramos Dr – Orientador (UFU)

Prof^a. Elise Saraiva. Dr^a – (UFU)

Prof.^a Danielli Araújo Lima Dr^a – (IFTM)

UBERLÂNDIA

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

T314	Teodoro, Pablo Neander Borges, 1995-
2023	REALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO DE OPERADORES DE SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO O FRAMEWORK 70-20-10, APOIADO POR REALIDADE VIRTUAL E KIRKPATRICK MODEL [recurso eletrônico] / Pablo Neander Borges Teodoro. - 2023.
<p>Orientador: Daniel Ramos. Coorientador: Alexandre Cardoso. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.443 Inclui bibliografia.</p>	
<p>1. Engenharia elétrica. I. Ramos, Daniel, 1984-, (Orient.). II. Cardoso, Alexandre, 1964-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Engenharia Elétrica. IV. Título.</p>	
CDU: 621.3	

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4707 - www.posgrad.feelt.ufu.br - copel@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Elétrica				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 784, PPGEELT				
Data:	Vinte e oito de julho de dois mil e vinte e três	Hora de início:	15:00	Hora de encerramento:	17:00
Matrícula do Discente:	12022EEL011				
Nome do Discente:	Pablo Neander Borges Teodoro				
Título do Trabalho:	REALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO DE OPERADORES DE SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO O FRAMEWORK 70-20-10, APOIADO POR REALIDADE VIRTUAL E KIRKPATRICK MODEL.				
Área de concentração:	Processamento da Informação				
Linha de pesquisa:	Metodologia e Técnicas da Computação				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Coordenador do projeto: Alexandre Cardoso. Título do projeto: GT-0618 – Adequação do Sistema de Realidade Virtual da Cemig para Integração com Recursos de Inspeção por Imagens em Tempo Real e Treinamento Conjunto das Equipes de Campo e do COS. Agência financiadora: CEMIG S/A. Número do processo na agência financiadora: 402000798 – FEELT.CEMIG.009. Vigência do projeto: 01/01/2019 a 30/06/2022.				

Reuniu-se por meio de videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, assim composta: Professores Doutores: Danielli Araújo Lima - IFTM; Elise Saraiva - FEELT/UFU; Daniel Costa Ramos -FEELT/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Daniel Costa Ramos, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(as) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Costa Ramos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/07/2023, às 17:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elise Saraiva, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/07/2023, às 17:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Danielli Araújo Lima, Usuário Externo**, em 31/07/2023, às 11:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4598207** e o código CRC **7774E66C**.

AGRADECIMENTOS

Para iniciar eu queria agradecer a Deus, sem ele não teria tido todas as oportunidades na vida para chegar até aqui. Se existem alguém nesse mundo que devo todos os agradecimentos e jamais conseguirei pagar são os meus pais, Eliane Borges Guimarães e Ricardo Neander Teodoro Guimarães, desde quando era bem pequeno me incentivaram e mostraram o quanto é importante os estudos, me deram todo o apoio possível para conseguir estar aqui, fazendo um mestrado em uma universidade federal e jamais vou conseguir com palavras mostrar o amor e gratidão que tenho por ambos.

Já faz 9 anos que conheci alguém para me incentivar mais ainda, queria muito agradecer a minha namorada, minha noiva e futura esposa, minha amiga, Helen Soares Valença Ferreira, tem sido minha maior parceira nos momentos ruins e nos bons durante essa difícil caminhada que é a vida, saiba que te amo muito. Não poderia esquecer dos meus grandes amigos, que estarão guardados para sempre comigo, Marcelo, Victor, Francielle, e todos os outros que conheci nos últimos anos, Andressa, Noyuke, Lorrana, Daniel, Willian, Astini.

Assim como foi na minha graduação, queria fazer novamente agradecimentos a alguns professores que me mostraram dentro de sala de aula, o que estou buscando ser desde o momento que decidi trilhar essa vida acadêmica, Elise, Karine, Pedro, quero um dia ter o carisma e a didática que vocês me passaram, muito obrigado, não poderia esquecer também do meu orientador Daniel, o qual infelizmente não tive o prazer de ser aluno dentro de sala de aula mas que com toda certeza me ensinou muito durante essa caminhada do mestrado.

E por fim quero deixar um agradecimento especial a todos meus alunos, que me deram a oportunidade de lhes ensinar e tentar passar todo meu conhecimento para auxiliá-los seja em uma prova ou para passar no vestibular e ingressar nesta vida difícil, mas de grandes momentos e conquista que é o ensino superior.

RESUMO

A realidade virtual (RV) tem sido uma das tecnologias mais visadas para implementação em diversas áreas que buscam melhorar o desempenho ou os ganhos, sejam individuais ou de empresariais, desde reuniões a jogos, seu uso tem ampliado de forma exponencial nos últimos dez anos, principalmente após a pandemia onde diversos meios afetados se viram na necessidade do uso de tecnologias remotas. Um campo que tem sido explorado é o de treinamento e educação, onde devido a uma imersão maior e uma quantidade quase infinitas de possibilidades, a RV tem despertado um grande apoio de diversos pesquisadores e empresas com o intuito de melhorar o aprendizado em ambas as situações. Contudo para validar a qualidade e uso destes e outros treinamentos, empresas buscam a utilização de metodologias que demonstrem os resultados obtidos. Assim, este trabalho apresenta o uso da combinação entre o framework 70-20-10, para a criação dos treinamentos com KirkPatrick model, metodologia de obtenção de *feedback* já estabelecida mercadologicamente, ambas sendo utilizada para avaliar quatro scripts de treinamentos criados e detalhados de forma completa para o software RVCEMIG, onde operadores de subestação de energia elétrica realizaram estes treinamentos e ao final destes preencheram um formulário de perguntas criadas adaptadas para estes casos baseadas nos quatro níveis do KirkPatrick model. A pesquisa obteve resultados significativos sobre o uso da realidade virtual neste meio utilizando do framework e da metodologia de avaliação combinados, possibilitando que a mesma seja utilizada para outros tipos de treinamentos em RV. Existe ainda uma necessidade de ser testadas em outros temas de treinamento para uma conclusão mais ampla, pois foi verificado um receio devido ao uso e implementação de novas tecnologias em ambientes mais tradicionais.

Palavras-chave: *feedback*; realidade virtual; treinamento; aprendizado; implementação.

ABSTRACT

Virtual reality (VR) has been one of the most targeted technologies for implementation in several areas that seek to improve performance or gains, whether individual or business, from meetings to games, its use has expanded exponentially in the last ten years, especially after the pandemic where several affected areas found themselves in need of using remote technologies. A field that has been explored is training and education, where due to greater immersion and an almost infinite number of possibilities, VR has awakened great support from several researchers and companies with the aim of improving learning in both situations. However, to validate the quality and use of these and other training, companies seek to use methodologies that demonstrate the results obtained. Thus, this work presents the use of the combination between the 70-20-10 framework, for the creation of training with the KirkPatrick model, a methodology for obtaining feedback already established in the market, both being used to evaluate four training scripts created and detailed in a way complete for the RVCEMIG software, where electric power substation operators carried out these trainings and at the end of these filled out a form of questions created and adapted for these cases based on the four levels of the KirkPatrick model. The research obtained significant results on the use of virtual reality in this environment using the combined framework and evaluation methodology, allowing it to be used for other types of VR training, with a need to be tested in other training topics for a broader conclusion, since a certain distrust was found due to the use and implementation of new technologies in more traditional environments.

Keywords: feedback; virtual reality; training; apprenticeship; implementation.

PUBLICAÇÕES

TEODORO, P.; MATTIOLI, L.; CYRINO, G.; CARDOSO, A. et al., 2023, Singapore. **Training Routine for Electrical Power Station Operators Using Virtual Reality.** Springer Nature Singapore. 387-398.

TEODORO, P. N. B.; CARDOSO, A.; RAMOS, D. C. **Combinação do framework 70-20-10 com Kirkpatrick Model para construção e avaliação de treinamentos apoiados por realidade virtual.** Revista Científic@ Universitas, v. 10, n. 1, p. 73–87, 27 jun. 2023.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A intercessão dos três temas estudados	21
Figura 2 - <i>Oculus Quest Pro</i> com os joysticks.	23
Figura 3 - Pirâmide representativa do modelo 70-20-10.....	25
Figura 4 - Níveis do KirkPatrick Model.....	29
Figura 5 - Níveis do Philips ROI Model.	31
Figura 6 - Níveis do CIRO Model.....	34
Figura 7 - Valores do CIPP Model.....	36
Figura 8 - Visão geral do processo do Scrum.....	40
Figura 9 - Visão geral do processo do ASUP.....	42
Figura 10 – Exemplo de um disjuntor em uma subestação.....	43
Figura 11 – Exemplo de uma CS em uma subestação.....	44
Figura 12 - Exemplo de um TC em uma subestação.....	45
Figura 13 - Exemplo de um TP em uma subestação.	45
Figura 14 - Exemplo de um para-raios em uma subestação.	46
Figura 15 - Exemplo de um transformador em uma subestação.	47
Figura 16 – Interface do <i>launcher</i> do RVCEMIG.....	47
Figura 17 - Ambiente virtual RVCEMIG.....	48
Figura 18 - Interface do Editor de Rotinas do RVCEMIG.....	49
Figura 19- Demonstração protótipo ambiente virtual para paramédicos.	50
Figura 20 - Ambiente virtual de gerenciamento de emergência.....	51
Figura 21 - Ambiente virtual para simular riscos em subestações.	52
Figura 22- Diagrama metodológico seguido na dissertação.....	53
Figura 23 - Exemplo do ASUP aplicado ao site Redmine	54
Figura 24 - Diagrama conectando as atividades realizadas ao framework 70-20-10	58
Figura 25 – Interface da criação de planilha de eventos.....	60
Figura 26 – Exemplo de planilha aceita pelo <i>software</i>	60
Figura 27 – Diagrama utilizado na planilha de eventos.	61
Figura 28 - Planilha de eventos criada após a aplicação do diagrama.	61
Figura 29 - Interface do software para construção de fluxogramas yEd.	62
Figura 30 - Fluxograma construído a partir dos parâmetros requisitados.	64
Figura 31 - Interface de construção de código fonte.	65
Figura 33 – Diagrama final da codificação do script de rotina.	67

Figura 33 - Execução do script da planilha de eventos.	71
Figura 34 – Ação VerificarEquipamentos em uso como planejado pelo fluxograma....	72
Figura 35 - Interface de instruções executada pelo Script.....	72
Figura 36 - Interface de navegação com o botão do menu de instruções.	73
Figura 37 - Função VerificarEquipamentos corretamente executada no ponto de interesse.	73
Figura 38 - Tela de inserção de nome do usuário que irá visitar a subestação.....	74
Figura 39 - Vídeo de entrada demonstrando a subestação.	74
Figura 40 - Menu interativo que possibilita visitar os pontos de interesse.	75
Figura 41 – Interface de navegação com os botões do Menu e de Instruções.....	75
Figura 42 - Marcação do Ponto de Interação.....	76
Figura 43 - Interação com o ponto de interesse ao se aproximar.	76
Figura 44 - Questionário realizado ao fim da visita autoguiada.....	76
Figura 45 - Exibição da nota obtida após o questionário.	77
Figura 46 - Perguntas de 1 a 4 realizadas após o treinamento.....	78
Figura 47 - Perguntas de 5 a 8 realizadas após o treinamento.....	79
Figura 48 – Perguntas de 9 a 11 realizadas após o treinamento.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação dos níveis das metodologias. de avaliação de treinamento.....	55
Tabela 2 - Respostas dos participantes envolvidos no treinamento.	78

LISTA DE ABREVIATURAS

ASUP	<i>Agile Short Unified Process</i>
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CS	Chave Seccionadora
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
SCADA	Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potência
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	MOTIVAÇÕES	17
1.2	OBJETIVOS.....	18
1.2.1	Objetivos Gerais	18
1.2.2	Objetivos Específicos.....	18
1.3	JUSTIFICATIVA	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	REALIDADE VIRTUAL.....	22
2.2	PROCESSO EDUCACIONAL, TREINAMENTO E RV	23
2.3	MODELO 70-20-10 DE APRENDIZADO E DESENVOLVIMENTO	25
2.3.1	Os 70% de experiências práticas.....	25
2.3.2	Os 20% de interação social.....	26
2.3.3	Os 10% de treinamento formal	27
2.4	METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO	27
2.4.1	KirkPatrick Model.....	28
2.4.2	Philips ROI model.....	31
2.4.3	CIRO model.....	33
2.4.4	CIPP model	36
2.5	MÉTODOS ÁGEIS	37
2.5.1	Scrum	39
2.5.2	Agile Short Unified Process (ASUP)	41
2.6	SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA	42
2.6.1	Disjuntor.....	43
2.6.2	Chave Seccionadora	44
2.6.3	Transformador de Corrente	44
2.6.4	Transformador de Potencial.....	45
2.6.5	Para-raios	46
2.6.6	Transformador	46
2.7	RVCEMIG	47
2.7.1	Navegação.....	48
2.7.2	SCADA Simulado	48

2.7.3 Editor de Rotinas	49
2.8 TREINAMENTOS PROFISSIONAIS APOIADO POR RV	50
3 METODOLOGIA	53
3.1 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO TREINAMENTO	53
3.2 COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO	55
3.3 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO FORMULÁRIO DE FEEDBACK	56
4 APLICAÇÃO	57
4.1 APLICAÇÃO DO 70-20-10	57
4.2 ESCOLHA DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO	58
4.3 CONSTRUÇÃO DOS SCRIPTS	59
4.3.1 Planilha de Eventos	59
4.3.2 Fluxograma	61
4.3.3 Código Fonte	64
4.4 FEEDBACK UTILIZANDO KIRKPATRICK MODEL	69
5 RESULTADOS OBTIDOS	71
5.1 SCRIPTS EXECUTADOS	71
5.2 FEEDBACK DO TREINAMENTO	77
5.3 AUTOAVALIAÇÃO	80
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	81
6.1 ATRAÇÃO E O RECEIO DE NOVAS TECNOLOGIAS	81
6.2 FALTA DE CONHECIMENTO TÉCNICO	81
6.3 A IMPORTÂNCIA DO FEEDBACK E DE COMO OBTÊ-LO	82
6.4 COMPARAÇÕES COM ARTIGOS COORELATOS	83
6.5 APLICAÇÕES E LIMITAÇÕES DO TRABALHO	84
7 CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE	103

1 INTRODUÇÃO

Tendo seus primeiros conceitos definidos em 1930, a RV vem conquistando ao longo dos anos, cada vez mais espaço em diversas áreas, desde o varejo ao uso para cirurgias médicas assistidas e manufatura de produtos. Os estudos em RV, assim como as aplicações da tecnologia, estão se tornando cada vez mais palpáveis, uma vez que seu emprego tem sido cada vez mais incentivado, o que favorece o acesso à tecnologia (BAHETI; SESHADRI; KUMAR; SRIMATHVEERAVALLI *et al.*, 2008; BERG; VANCE, 2017; DETROZ; JASINSKI; BOSSE; BERLIM *et al.*, 2014).

O treinamento de profissionais de diferentes setores é uma das aplicações na qual a RV tem se destacado. Podendo ser empregada desde a obtenção do aprendizado em sala de aula, com melhora dos processos cognitivos e por consequência da base educacional, ao treinamento de profissionais de altos níveis de diferentes áreas, a RV possui características únicas almejadas nas mais diversas áreas educacionais (GISLER; HOLZWARTH; HIRT; KUNZ, 2021; LIU; SUN; TANG; LI *et al.*, 2020; RAJESWARAN; KESAVADAS; JANI; KUMAR, 2019), tais como:

- Possibilidade de simular situações parcialmente ou completamente inviáveis em treinamentos práticos;
- Maior segurança em situações que envolveriam riscos em treinamento real;
- Melhorias logísticas;
- Melhorias financeiras;
- Viabilidade de autoaprendizado.

Devido à complexidade de determinados treinamentos, a execução dos mesmos torna-se de difícil aplicação, uma vez que, devido a alguma impossibilidade técnica e/ou inviabilidade operacional não pode ser realizada, um exemplo é o treinamento para situações de risco em uma usina nuclear, por fatores claros em relação à segurança, não se pode realizar uma rotina prática fidedigna a um vazamento de um reator ou situações semelhantes (BILEK; FELDHOFER; MOSER, 2021; LARMUSEAU; SYMEONIDOU; LEERSNIJDER; DEMANET, 2022; OWCZAREK; WODZYŃSKI; SZKUDLAREK; JACHOWICZ, 2021).

Em vista disso, outro fator correlacionado envolve a segurança em treinamentos apoiados por RV. Um exemplo que corrobora essa relação é a utilização de equipamentos de proteção. Com RV é possível simular o uso correto desses equipamentos de modo a se

evitar situações de risco de maneira mais assertiva, de modo que o indivíduo possa ser virtualmente submetido a situações de riscos que podem vir a acontecer no ambiente real de trabalho, sem que haja a necessidade do indivíduo passar pelo risco real para compreender a importância da utilização dos equipamentos de proteção, sejam eles individuais ou coletivos (BHOOKAN; MURDE; THAKUR; JADHAV, 2020; JOÃO; LODETTI; SANTOS; MARTINS *et al.*, 2020; TORRES-GUERRERO; SANCHEZ; NEIRA-TOVAR, 2020).

Com o advento do metaverso, a possibilidade de uma maior convivência em ambiente virtual, tem se tornado cada vez mais real, consequentemente, a possibilidade do treinamento ser realizado à distância necessitando-se apenas do equipamento adequado, é cada vez mais tangível, principalmente após a pandemia que se iniciou no ano de 2020, demonstrando a necessidade de se criar alternativas que permitam a execução de tarefas de modo remoto (ALVAREZ-RISCO; DEL-AGUILA-ARCENTALES; ROSEN; YÁÑEZ, 2022; BABU; MOHAN, 2022; JEONG; CHOI; RYU, 2022; WANG; LEE; BRAUD; HUI, 2022).

Isso nos leva ao ponto de que diversas situações podem estar relacionadas à logística, que consiste na diminuição de custos para a realização do treinamento, pois, com a popularização da RV, os equipamentos adequados têm se tornado mais acessíveis, portanto, o que antes seria um empecilho, hoje torna-se uma possibilidade, especialmente com relação à comparação entre gastos para a compra dos aparelhos necessários para um treinamento apoiado por RV e os custos operacionais de deslocamento dos *trainees* (BORREGO; LATORRE; LLORÉNS; NOÉ *et al.*, 2015; MATHUR, 2015; SPICER; ANGLIN; KRUM; LIEW, 2017).

Devido ao fácil acesso à informação que a internet proporcionou nas últimas décadas, consta-se que o aprendizado autodidata tornou-se mais comum quando se realiza a comparação entre o antes e o depois do mundo digital, pois o conteúdo tem evoluído, o conhecimento que antes era obtido apenas pela leitura de textos. Hoje está disponível em diversos vídeos com diferentes exemplos que facilitam a aquisição desse conhecimento, portanto, a próxima etapa refere-se à aplicação da RV para essa finalidade, pois, com a interatividade e imersão proporcionadas por essa tecnologia, a motivação a se aprender sem a necessidade de um tutor, tende a ser maior (CHUNG, 2012; SUN; LIU, 2017; YAMAMOTO, 2015a; b).

Contudo, para realmente avaliar se esta mudança no paradigma de treinamentos realmente é eficiente, é necessário que sejam utilizados métodos que tornam possíveis mensurar o real impacto deles no ambiente de trabalho, pois deve ser medido o quanto benéfico é a execução do treinamento apoiado por RV. Existem diversas possibilidades de escolha para qual metodologia empregar, mas um exemplo bastante difundido é o KirkPatrick Model, um modelo baseado em quatro níveis, onde é colhido feedback e utilizado fatores chaves para uma melhor compreensão dos resultados obtidos pelo treinamento realizado (CHEN; ZUO, 2020; XIONG; ZHANG; LI; LIU, 2008; ZHANG, 2010).

Não obstante se encontra a importância da criação adequada do treinamento em si, pois este deve atender corretamente os requisitos do solicitante do processo, para que alcance as expectativas e logre o sucesso esperado. Consequentemente no processo de constituição do treinamento tem-se a necessidade de utilizar ferramentas adequadas, seja para realizar um controle do que está sendo feito corretamente e cumprir as metas de entrega do que foi solicitado ou para criar aparatos corretos que proporcionem a possibilidade da criação de rotinas para o treinamento que realmente sejam úteis (CAZAN; BRATU; VARBANESCU, 2008; RODRÍGUEZ, 2017; SAUVÉ; VILLARDIER; PROBST, 2009).

Quanto ao processo da construção do treinamento, conectando-o ao desenvolvimento de software, existem metodologias que têm se popularizado, chamadas de métodos ágeis, que proporcionam um excelente fluxo de retroalimentação com um cliente, nas quais é possível demonstrar o que foi criado, realizar as alterações solicitadas e novamente apresentar uma nova versão do que está sendo construído (NAJAFI; TOYOSHIBA, 2008; SILVA; GOLDMAN, 2014).

Para o desenvolvimento do treinamento em si, existem diversos estudos que dividem qual possibilidade é a ideal para cada caso, desde a criação de novas ferramentas para a construção do que foi requerido, adaptação de algo já estabelecido mas que não faz parte do ambiente atual no qual o cliente solicitante se encontra ou a utilização de uma ferramenta que já se tem acesso no meio no qual será realizado o treinamento mas se utilizando de uma abordagem diferente, mais específica e bem fundamentada (CHANG, 2019; DEY; LEE, 2022).

O tema central desta dissertação está relacionado à criação e utilização de scripts, utilizando como framework para a construção o modelo 70-20-10 para uso em ferramenta de treinamento apoiado por Realidade Virtual (RV) e à mensuração do seu impacto por

meio de um modelo bem estabelecido mercadologicamente, obtendo resultados que contribuam para o meio acadêmico quanto ao tema de criação de treinamentos em RV, tendo sido realizado durante um trabalho de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em parceria entre Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e a Companhia Energética de Minas Gerais S.A (CEMIG).

1.1 MOTIVAÇÕES

Processos dos mais variados tipos existem devido a um fator específico e o treinamento não está alheio a isso. Basicamente qualquer ambiente de trabalho exige que o funcionário saiba desempenhar a função para o qual foi designado, mas em diversas oportunidades, empregadores não compreendem este fator, pois consideram que o contratado já deve ter total entendimento da área onde irá atuar. Em outras ocasiões, até fornecem o treinamento, mas longe do adequado, pensando que está realizando uma diminuição de gastos, mas que no final podem causar um grande prejuízo, portanto, demonstrar a importância do treinamento é de extrema relevância para o desenvolvimento tanto do ambiente de trabalho em si, no qual está inserido, quanto para o retorno que a empresa oferece à sociedade (GAVANKAR; SAWARKAR, 2015; ISHIBUCHI; MIYAZAKI; KWON; TANAKA, 1993; MANIKANTA; MAMATHA JADAV, 2015; POPOV; GULTYAEVA; UVAROV, 2016). Como demonstra (FORD, 2014; PERRON; CÔTÉ; DUFFY, 2006) alguns dos problemas que são ocorridos devido à falta de treinamento, dentre eles:

- Insatisfação;
- Aumento nas Despesas;
- Retrabalho;
- Perda de Clientes.

Todos estes problemas são acarretados devido à falta de treinamento adequado ou até a inexistência dele, portanto, uma excelente forma de demonstrar a importância do mesmo é a construção de treinamentos práticos adequados e a utilização de metodologias que possam mensurar de forma objetiva os resultados e demonstrá-los à empresa, retirando os problemas citados acima e os transformando em melhorias tangíveis, (BORUM, 1996; FORD, 2014; PERRON; CÔTÉ; DUFFY, 2006) como:

- Aumento de Produtividade;

- Redução de Custos;
- Ambiente Satisfatório.

Isso posto, é de fácil compreensão que, dois fatos que foram aprofundados no estudo trazem retorno adequado, pois envolvem diretamente a construção dos treinamentos e o uso da metodologia adequada para demonstrar que este foi aplicado corretamente.

Além disso é de suma importância para o desenvolvimento tecnológico que o uso de tecnologias “recentes” seja incentivado para que as mesmas tenham seu custo diminuído e conhecimento mais difundido, proporcionando maiores oportunidades para estudo e aplicação das mesmas.

Nesse contexto, o uso de RV como apoio para a construção de treinamentos os associando a uma metodologia de *feedback*, traz benefícios tanto para o meio tecnológico, no que concerne à difusão da tecnologia e redução dos custos, bem como para o meio empresarial, com melhoria na produtividade, redução de custos e redução de riscos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Gerais

Esta dissertação tem como objetivo demonstrar de forma prática e bem embasada, o uso de um framework para a construção de treinamentos, apoiados por RV para operadores de subestações de energia elétrica, onde os mesmos possam participar de simulações que foram requeridas pela CEMIG, utilizando-se de um *software* que seja de conhecimento da empresa, de modo que todo o processo de produção seja acompanhado e retroalimentado, onde ao final possa se obter resultados práticos através de uma metodologia de obtenção de feedback.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Utilizar um *framework* de construção de treinamento como base para construir scripts para um *software* de RV;
- Ensinar o uso da ferramenta utilizando scripts criados especificamente para este trabalho, voltado para gerentes e operadores de subestações elétricas
- Demonstrar resultados que comprovam a eficácia do uso realidade virtual em treinamentos e não necessidade de presença física para realização destes.

- Associar o framework de construção de treinamento, a utilização de RV para realização do mesmo e a metodologia de avaliação em conjunto.

1.3 JUSTIFICATIVA

Mesmo sendo considerado uma metodologia de uso relevante nos mais diversos gêneros de treinamento, o uso do KirkPatrick *Model* associado aos ambientes virtuais ainda é uma área bastante inexplorada, com poucos estudos e aplicações.

Observa-se que o uso do mesmo é mais voltado para o ensino comum, como em universidades e escolas, portanto é visível a necessidade de uma difusão maior do uso nestes casos o que corrobora para a originalidade da dissertação.

Além disto, as buscas realizadas sobre a conexão entre este modelo, o framework de construção de treinamento chamado 70-20-10 e treinamentos envolvendo RV não obtiveram, não encontrando nenhum artigo ou trabalho sobre estes assuntos em conjunto.

Um exemplo do uso deste modelo para analisar o impacto de novas tecnologias foi o trabalho desenvolvido em (CHERNBUMROONG; SUREEPHONG; SUEBSOMBUT; SEKHARI, 2022) onde foi utilizado KirkPatrick *Model* para a avaliação de treinamentos de fazendeiros em *Smart Farms*, que consistem em fazendas nas quais são colocados sensores para monitorar dados como temperatura e umidade do solo, com o intuito de ter uma tomada de decisão sobre plantio, irrigação e fertilização otimizada. Mesmo que o modelo não tenha sido utilizado para avaliar um treinamento em realidade virtual, *Smart Farms* são fazendas geridas por meio de tecnologia da informação e Internet das Coisas, conceitos tecnológicos que são próximos da realidade virtual.

O modelo foi utilizado para obter resultados relacionados ao nível de satisfação, o quanto foi aprendido durante este treinamento realizado, a performance durante o mesmo e como foi o comportamento de todos os participantes, sendo que, todos estes resultados são obtidos de acordo com os níveis da metodologia.

Um uso relevante do KirkPatrick *Model* em casos utilizando RV acontece em (NIELSEN; LÖNN; KONGE; TAUDORF, 2020) onde foi realizada, utilizando o modelo, uma avaliação de uma revisão sistemática em relação a simulações em ambiente virtuais, envolvendo pacientes que iriam passar por procedimentos endovasculares.

Foi utilizado este modelo devido a intenção dos autores em mensurar principalmente artigos que obtiveram dados relacionados aos resultados finais, como taxa de mortalidade durante os treinamentos e complicações que ocorreram, além de redução

de erro e sucesso da aplicação das técnicas, dois fatores que podem ser obtidos através dos dois últimos níveis de avaliação do KirkPatrick *Model* conforme será elucidado ao decorrer da dissertação.

O uso consideravelmente mais expressivo deste modelo foi em (DUARTE; SANTOS; GUIMARÃES JÚNIOR; PECCIN, 2020), visto que obtiveram resultados apreciáveis em uma revisão sistemática de artigos que abordaram o ensino de anatomia utilizando ensino tradicional, RV e/ou RA, analisando os resultados utilizando KirkPatrick *model*.

Neste estudo, utilizando-se dos feedbacks, foi possível visualizar melhoras significativas no processo de aprendizagem dos alunos que se utilizaram de RV e RA, onde isto foi alcançável devido ao uso do KirkPatrick *model* para comparar os resultados. Estes apontaram que três dos fatores que influenciam consideravelmente a experiência em RV e RA, que são a reação, a experiência e o comportamento do indivíduo, são resultados obtiveis com a utilização do modelo, pois são níveis diretos avaliados por este, e que, portanto, seu uso é válido para casos semelhantes.

Um trabalho que aborda a importância do uso em conjunto do 70-20-10 em um ambiente educacional foi realizado por (Frazen, 2020), onde é discutido o uso do *framework* de construção de aulas em uma universidade em conjunto com KirkPatrick *Model* para avaliar o que foi feito e o estudo conclui que a junção destes dois modelos proporciona uma capacidade de desenvolver liderança para as próximas gerações, devido ao *framework* além de uma grande adaptabilidade devido ao *feedback* extraído utilizando KirkPatrick *Model*.

O estudo (HOWARTH; BASIEL, 2022) é um excelente exemplo da aplicação do *framework* 70-20-10 em tecnologia da informação, pois foi proposto a criação de um seminário online. Foi utilizada uma estrutura de sala de aula circular de 360° com monitores comuns para interação durante o seminário, mas como dito durante o artigo, algo que poderia ser explorado neste caso seria o uso de RA ou RV para uma melhor imersão em conjunto com esta estrutura de divisão circular. Utilizando os preceitos do *framework* como base do que se aprendido durante o seminário, 70% do aprendizado vem de tarefas desafiadoras (informais), 20% é social por meio de interações ponto a ponto, orientação ou comentários de feedback e apenas 10% é aprendizado formal e treinamento de desenvolvimento.

Portanto se observa uma oportunidade de aplicação de uma metodologia já consolidada e com resultados validados nos trabalhos supracitados, um *framework* de

desenvolvimento de treinamento bastante utilizado, em um meio em crescimento elevado, que são os estudos sobre realidade virtual.

Desta forma, a contribuição deste trabalho é aperfeiçoar a criação de treinamentos utilizando o *framework* 70-20-10 em conjunto com o meio virtual e de um método para avaliação já aceito mercadologicamente o que corrobora com uma maior inserção do estilo de treinamento no meio, possibilitando resultados práticos e mensuráveis para os meios onde forem aplicados este conjunto, demonstrando que o uso da RV para treinamentos pode proporcionar experiências de aprendizado mais eficazes mesmo sem a necessidade da presença física dos *trainees*.

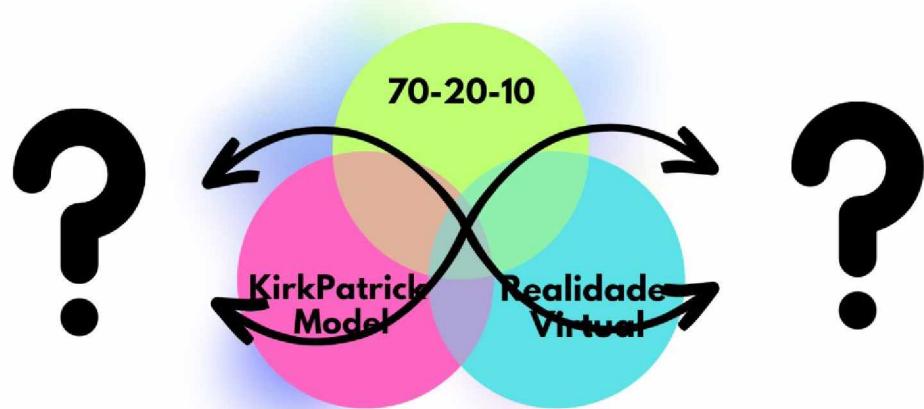
Por fim, como foi mostrado anteriormente em (NIELSEN; LÖNN; KONGE; TAUDORF, 2020) e (DUARTE; SANTOS; GUIMARÃES JÚNIOR; PECCIN, 2020) o uso do modelo tem sido testado, mas carece de uma comparação com outros modelos para o meio virtual que justifique de forma direta a escolha por KirkPatrick *Model* em detrimento ao outros existentes no mercado.

Desta forma, esta dissertação contribui apresentando uma discussão e uma comparação direta de qual metodologia e se encaixaria de forma mais adequada para avaliar treinamentos virtuais em conjunto com a aplicação de um modelo de criação destes treinamentos e isto é de interesse de empresas.

Contribui também para a inserção de novas tecnologias, como é o caso da realidade virtual, visto que esta necessita de uma comprovação de sua eficácia para que estas possam realizar um investimento que retorno de forma palpável para as mesmas.

Portanto como demonstra a Figura 1, a dissertação busca preencher a lacuna existente na bibliografia atual destes três temas abordados em conjunto.

Figura 1 - A intercessão dos três temas estudados



Fonte: Elaboração Própria.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção será descrito e detalhado todo o referencial utilizado para o desenvolvimento desta dissertação, desde o uso da realidade virtual cujo foi a ferramenta utilizada no trabalho e a sua inserção no processo educacional e de treinamento, o modelo de treinamento e aprendizado chamado 70-20-10, metodologias de avaliação de treinamento, ou seja, formas de avaliar treinamentos diversos, até mesmo os realizados em realidade virtual, métodos ágeis que são utilizados para a construção de treinamentos adequados e para uma entrega correta de resultados, o *software* utilizado RVCEMIG e suas ferramentas, irá ser abordado elementos que compõe uma subestação de energia elétrica, visto que a aplicação do *software* é visando este ambiente e em seções posteriores é necessário conhecê-los e por fim exemplos de alguns treinamentos práticos utilizando realidade virtual realizados nos últimos anos.

2.1 REALIDADE VIRTUAL

Definida como um conjunto de imagens e sons criados artificialmente e reproduzidos por um computador visando simular um ambiente com retornos sensoriais (e.g. visual e auditivo), RV é uma tecnologia cujo emprego pode ser aplicado à criação de ambientes que permitem ao usuário experenciar tanto situações usuais (e.g. uma sala de aula) bem como situações que desafiam às leis da física (e.g. ambiente em que é possível burlar a gravidade). Diferentes pesquisas demonstraram que a RV possui uma variedade de aplicações tendo sido utilizada em diferentes áreas, as quais incluem: educação, medicina, ciências naturais, história e arquitetura (SMUTNY; BABIUCH; FOLTYNEK, 2019).

Embora o desenvolvimento da RV tenha se iniciado na década de 80, a popularização da tecnologia ocorreu nos anos mais recentes com a chegada de novos hardwares ao mercado que dispõem de modelos com preços mais acessíveis e com o desenvolvimento de tecnologias completamente inovadoras.

Pode-se considerar que o processo de ascensão da RV iniciou-se no ano de 2012, quando um projeto no site de financiamento coletivo Kickstarter nomeado de *HMD Oculus Rift* foi introduzido com o propósito de fornecer ao público um visor de alta qualidade e acessível (SMUTNY; BABIUCH; FOLTYNEK, 2019). Com o passar dos anos, essas tecnologias evoluíram, e atualmente dispõe-se de diversos modelos de *Oculus*,

na Figura 2 é possível observar o *Oculus Quest Pro*, um dos últimos disponíveis no mercado.

Figura 2 - *Oculus Quest Pro* com os joysticks.



Fonte: (META, 2022).

A princípio, a RV era utilizada apenas para a visualização de informações, cujo único objetivo era promover a transmissão dessas. No atual panorama tecnológico onde movimentos livres e interações físicas e sensoriais tornaram-se possíveis, experiências por meio da RV foram utilizadas por diversas empresas cuja expectativa é tornar os dispositivos virtuais cada vez melhores (AN; KO; KANG, 2020).

2.2 PROCESSO EDUCACIONAL, TREINAMENTO E RV

O processo educacional, assim como o treinamento, visa à formação e qualificação de estudantes e profissionais de diversas áreas. Neste contexto, são, portanto, indispensáveis no processo de aprendizagem e na aquisição de conhecimento. Dito isso, observou-se que ao longo do tempo, devido às transformações sociais, globalização, maior disponibilidade de informações e mudanças e avanços tecnológicos, as metodologias de ensino e os diferentes programas de formação devem ser constantemente revistos, a fim de atender às novas demandas que emergem da diferentes setores industriais (NAMIAN; ALBERT; ZULUAGA; JASELSKIS, 2016; ROBERTS, 2019).

No entanto, a maioria das metodologias educacionais e métodos tradicionais de treinamento, envolvem técnicas de ensino que promovem a transferência do conhecimento de forma passiva, com base na leitura do conteúdo proposto, palestras, exposição de vídeos e demonstrações, fazendo com que haja uma grande lacuna no processo de aprendizagem e aquisição de habilidades, uma vez que essas técnicas não permitem que alunos e profissionais vivenciem as atividades, bem como os problemas

que possam advir delas, que serão realizadas em um ambiente de trabalho real, o que, por vezes, incentiva a sua falta de interesse e desencoraja o processo de aprendizagem (AZUMA; BAILLOT; BEHRINGER; FEINER *et al.*, 2001; TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

Nesse cenário, surge o desenvolvimento de sistemas baseados em RV e Realidade Aumentada (RA). A implementação de sistemas baseados em RV e RA no processo educativo, bem como nos programas de formação, visa fornecer ferramentas pedagógicas que possibilitem o processo de aprendizagem ativo e o desenvolvimento de competências práticas específicas de diferentes áreas do conhecimento (AZUMA; BAILLOT; BEHRINGER; FEINER *et al.*, 2001; TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

A RV possui uma vantagem importante sobre os métodos convencionais, o aluno tem a possibilidade de vivenciar um tema que seria de extrema dificuldade se não impossível de demonstrar ou descrever com os outros métodos, como a aproximação de um objeto em um nível que foge à metodologia padrão, que se utilizaria apenas de desenhos ou imagens em duas dimensões, podendo com a RV observar essa mesma situação de diferentes perspectivas e ver áreas que não foram percebidas anteriormente. Por exemplo, um modelo de RV de um bairro dá aos residentes um ponto de vista único sobre as ligações entre objetos, estruturas ou áreas públicas (CARRUTH, 2017).

Com o auxílio de alguns *softwares* de modelagem e animação como o *Blender 3D* ou *Unreal Engine*, o uso da RV pode ajudar alunos na compreensão de conceitos, surgindo como uma alternativa válida para obtenção de bons resultados (MURODILLAYEVICH; ESHPULATOVICH; PARDABOYEVICH, 2019). De acordo com o autor, esta modelagem 3D pode ser utilizada com RV na construção de diversos ambientes para auxiliar no aprendizado, tais como:

- Prototipagem de prédios e cidades;
- Demonstrar processos envolvidos e qualquer tipo de construção;
- Visualizar com facilidade modificações nos projetos;
- Permitir maior imersão;
- Tornar experiências de aprendizagem mais interessantes.

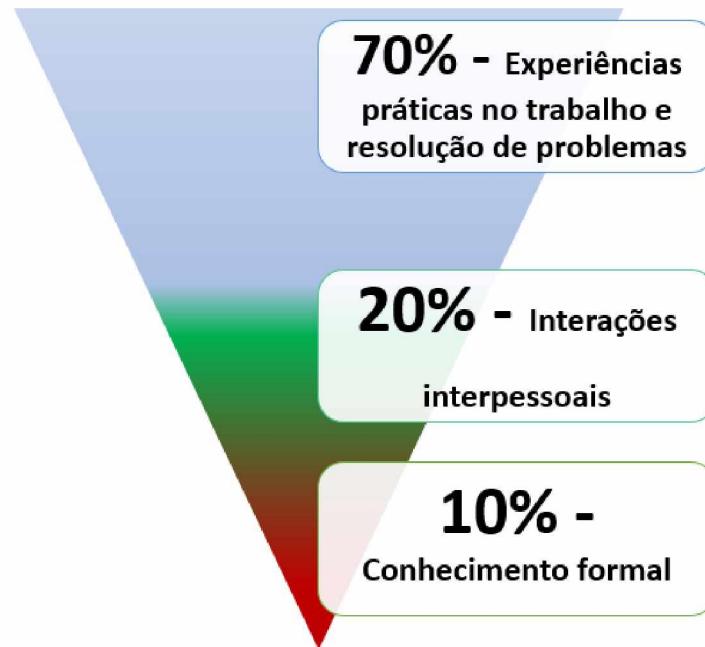
Logo, diversos ensaios concluem que as simulações de computador, como a RV, foram mais eficazes do que o ensino tradicional no objetivo de desenvolver o conhecimento e auxiliar os alunos, principalmente aqueles com dificuldades no aprendizado, a compreender conceitos mais complexos (LIOU; CHANG, 2018).

2.3 MODELO 70-20-10 DE APRENDIZADO E DESENVOLVIMENTO

O modelo 70-20-10 para aprendizado e desenvolvimento é uma fórmula comumente usada em treinamentos profissionais para descrever as fontes ideais de aprendizado por gerentes bem-sucedidos. Ele afirma que os indivíduos obtêm 70% de seu conhecimento de experiências relacionadas ao trabalho, 20% de interações com outras pessoas e 10% de eventos educacionais formais. Esta distribuição é demonstrada na Figura 3. O modelo foi criado na década de 1980 por três pesquisadores e autores que trabalhavam com o *Center for Creative Leadership*, uma instituição educacional sem fins lucrativos em Greensboro, N.C. (PETTERD, 2016).

O modelo 70-20-10 é considerado de grande valor como diretriz geral para organizações que buscam maximizar a eficácia de seus programas de aprendizado e desenvolvimento por meio de outras atividades e insumos. O modelo continua a ser amplamente utilizado por organizações em todo o mundo (CLARDY, 2018).

Figura 3 - Pirâmide representativa do modelo 70-20-10.



Fonte: Elaboração Própria.

2.3.1 Os 70% de experiências práticas

A aprendizagem relacionada a experiências práticas acontece através da conclusão de tarefas diárias, resolução de problemas e prática regular. Esse aprendizado é informal, geralmente autodirigido e permite que os funcionários aprendam por meio de

experiências no trabalho. É benéfico para os funcionários, pois permite que eles explorem e refinem suas habilidades baseadas no trabalho. Também permite que eles tomem suas próprias decisões para concluir as tarefas atribuídas. Os funcionários são incentivados a enfrentar desafios, fazer perguntas, aprender com seus erros e estar abertos a feedback sobre seu desempenho (ALVES; ANDRÉ, 2017).

Ao concluir uma tarefa, é mais provável que os funcionários a realizem com mais facilidade e rapidez do que se fossem apenas instruídos sobre como fazê-lo. E é mais provável que eles retenham esse aprendizado porque o experimentaram em primeira mão. Em última análise, esta parte do modelo é sobre autonomia. Os funcionários estão aprendendo fazendo. E no processo, eles estão se tornando mais informados e preparados para os desafios futuros (JOHNSON; BLACKMAN; BUICK, 2018).

2.3.2 Os 20% de interação social

A aprendizagem social acontece interagindo e observando outras pessoas. No local de trabalho, isso ocorre por meio de colegas e gerentes. Ao concluir tarefas ou projetos e superar desafios juntos, os funcionários aprendem com seus colegas enquanto trabalham em direção a um objetivo comum (BLACKMAN; JOHNSON; BUICK; FAIFUA *et al.*, 2016).

Aprender com os outros também pode ser alcançado por meio de *mentoring* e *coaching*. Por exemplo, se uma determinada função exige fortes habilidades de negociação, a melhor maneira de um funcionário aprender essa habilidade é sendo guiado por um cenário de negociação por um colega ou gerente que seja adepto dessa habilidade. O funcionário pode primeiro observar um cenário simulado de negociação e depois ser treinado por meio de um. O colaborador aprende observando e interagindo sob a orientação de outros, oportunidade que pode não ser possível em um treinamento mais formal (HARDING, 2022).

A eficácia do aprendizado social depende muito da cultura dentro de uma organização. É importante ver como o aprendizado social pode ser apoiado e facilitado. Adotá-lo pode levar a um ambiente de trabalho mais produtivo e a uma cultura mais forte por meio da formação de equipes dispostas a apoiar e aprender umas com as outras (HARDING, 2022).

2.3.3 Os 10% de treinamento formal

A aprendizagem formal, o aspecto mais conhecido do modelo, é a aprendizagem que é entregue de forma estruturada. Usado para melhorar o desempenho do funcionário por meio de treinamento orientado a objetivos e conduzido por instrutor, ele complementa os métodos de aprendizagem experiencial e social. Também é ótimo para estabelecer conhecimento básico para um determinado tópico (HARDING, 2022).

A aprendizagem formal divide-se em dois moldes, presencial e online. O presencial assume a forma de sessões de treinamento, tutoriais, seminários, workshops e apresentações em grupo em um só lugar, que normalmente é um ambiente semelhante a uma sala de aula. O aprendizado on-line, fornecido por meio de um Sistema de gerenciamento de aprendizado, permite que seja fornecido um treinamento em uma ampla variedade de formatos (HARDING, 2022).

2.4 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO

Como a área de recursos humanos nas organizações globais tem como uma de suas funções resolver as demandas relacionadas a entrega de melhores resultados, geralmente com treinamentos, tem havido um interesse crescente em como melhorar a medição e avaliação das intervenções organizacionais, isto reflete mudanças mais amplas, tanto no aumento do uso de métricas dentro das organizações quanto no reconhecimento de que a gestão de pessoas é um componente crítico em economias baseadas no conhecimento e orientadas para o desempenho (BEECH; LEATHER, 2006).

Com o passar dos anos, um número crescente de modelos de avaliações de treinamento foram desenvolvidos como ferramentas para identificar as dimensões ou fatores de eficácia. Isso resultou em uma infinidade de modelos disponíveis para organizações ao considerar a avaliação de treinamento (TAMKIN; YARNALL; KERRIN, 2002).

A avaliação do treinamento consiste na coleta sistemática de dados sobre o sucesso dos programas de treinamento. Embora isso seja considerado fundamental em relação ao alcance dos resultados pretendidos do treinamento e se os objetivos do treinamento foram alcançados a realidade da prática de recursos humanos é que a avaliação do treinamento é frequentemente negligenciada ou entregue como uma reflexão tardia. Existem vários modelos, metodologias ou estruturas para avaliação, alguns serão especificados adiante, mas todos buscam um mesmo objetivo, ter um feedback sobre o

treinamento realizado, mas cada um obtém tipos diferentes de resultados principalmente no que tange a transferência de conhecimento (SAKS; BURKE; DEVELOPMENT, 2012).

Os modelos que serão avaliados e discutidos neste trabalho são:

- Kirkpatrick *Model*
- Phillips ROI *Model*
- CIRO *Model*
- CIPP *Model*

2.4.1 KirkPatrick *Model*

Donald Kirkpatrick, Professor da Universidade de Wisconsin, é o autor do modelo, primeiramente publicado em 1959, o qual recebeu atualizações em 1975 e 1993, quando enfim teve seu trabalho mais notável, “Avaliando Programas de Treinamento” publicado. O Kirkpatrick *Model* é uma ferramenta com reconhecimento internacional e vem sendo utilizado durante mais de seis décadas para analisar e avaliar resultados das mais diversas metodologias de treinamento e ensino (FADHILAH; SURANTHA; ISA, 2018; KIRKPATRICK; KIRKPATRICK, 2016; LI; YANG; LIU, 2008; SHEN; ZHANG; ZHANG; LIU, 2008).

A sua construção foi feita utilizando um modelo piramidal com 4 níveis de avaliação: Reação, Aprendizagem, Comportamento e Resultados. Aonde em cada nível são extraídas informações específicas que seguem a característica do seu determinado nome, portanto, o treinador ou gestor que esteja responsável pelo treinamento consegue observar diversos pontos envolvidos no processo, desde o grau de aprendizagem, se o nível está adequado, o conhecimento obtido e o que pode ser conquistado a partir disto (CHERNBUMROONG; SUREEPHONG; SUEBSOMBUT; SEKHARI, 2022; YANG; ZHU, 2008). A distribuição dos níveis de avaliação pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 - Níveis do KirkPatrick Model.



Fonte: Elaboração Própria.

2.4.1.1 Nível 1 – Reação

No primeiro nível, o gestor de treinamento deve realizar uma avaliação relacionada de forma direta à reação dos participantes, utilizando-se de ferramentas que permitam mensurar o quanto engajados, ativos e como reagem ao estímulo durante o treinamento. Portanto é neste ponto que deve ser feita a medição do grau de satisfação com o treinamento (FARJAD, 2012). Com isto, deve-se obter o *feedback* do processo, seja com entrevistas individuais ou formulários, atentando-se ao fato de que algumas das seguintes perguntas, com as devidas adaptações para os mais diversos casos, sejam utilizadas para obter um resultado satisfatório para este nível:

- O treinamento foi satisfatório?
- O nível, tempo e tipo de treinamento foram adequados?
- As atividades lhe mantiveram atento?
- Você vê que é possível aplicar o que aprendeu ao seu trabalho?

2.4.1.2 Nível 2 – Aprendizagem

No nível dois, deve-se focar em medir o quanto os *trainees* aprenderam ou julgam que possam ter aprendido, podendo ser utilizada as mais diversas metodologias para isto, desde provas comuns até atividades práticas. Contudo, é necessário que o foco também esteja em observar os níveis de motivação e confiança deles, isto demonstrará o quanto desenvolveram as habilidades e conhecimento durante todo o processo. Podem ser realizados testes prévios com os *trainees* para realizar uma comparação futura entre o conhecimento prévio e o obtido (BATES, 2004). Caso seja do desejo do gestor, pode ser realizada uma nova etapa de colher *feedbacks* dos participantes, mas com o foco

devidamente voltado para o aprendizado, com isto, alguns exemplos de perguntas logram bons resultados (CAHAPAY, 2021), tais como:

- Há algum tópico que não compreendeu?
- Se sente motivado a aprender mais sobre o tema?
- Como você avaliaria seu conhecimento após o treinamento?

2.4.1.3 Nível 3 – Comportamento

Este nível tem como intuito a compreensão de como as pessoas aplicam o que foi treinado e pode revelar onde estas podem precisar de auxílio, ressaltando-se que o comportamento só pode mudar quando as condições são favoráveis portanto deve-se proceder de forma a simular que os *trainees* são membros da equipe de trabalho do gestor. É possível, no entanto, que eles realmente tenham aprendido muito, mas que a cultura organizacional ou de equipe obstrua a mudança comportamental. Como resultado, a equipe não se sente confiante em aplicar o novo conhecimento ou vê poucas oportunidades para fazê-lo. Ou, eles podem não ter tido tempo suficiente para colocá-lo em prática (DORRI; AKBARI; DORRI SEDEH, 2016).

Durante o treinamento é importante se certificar de que a metodologia aplicada deve desenvolver processos que encorajem, reforcem e recompensem mudanças positivas no comportamento. O Modelo Kirkpatrick chama esses processos de "direcionadores obrigatórios". Se um membro da equipe usa uma nova habilidade de forma eficaz, esta dever ser destacada e elogiada como meio de incentivo aos demais membros da equipe treinada. Neste ponto, não há a necessidade de se colher *feedback* novamente, mas algumas questões devem ser feitas pelo gesto a si mesmo (FADHILAH; SURANTHA; ISA, 2018):

2.4.1.4 Nível 4 – Resultados

O nível final, é dedicado a medir resultados diretos através do que é chamado de indicadores chaves, como aumento de produtividade ou diminuição de custo. Em suma, nesta etapa deve-se avaliar se os objetivos que foram definidos no planejamento foram alcançados, adotando diversas métricas para verificar se o treinamento logrou êxito (HOJJATI; MEHRALIZADEH; FARHADIRAD; ALOSTANY *et al.*, 2013).

Portanto o uso do Modelo Kirkpatrick cria um plano de medição acionável para definir metas objetivas, medir resultados e identificar áreas de impacto notável. A análise

de dados em cada nível permite que possa ser avaliado a cada nível o treinamento para entender melhor os resultados obtidos durante o processo, como benefício adicional (LIAO; HSU, 2019).

2.4.2 Philips ROI model

Esta é uma metodologia e um processo para as equipes de pesquisa e desenvolvimento e recursos humanos das empresas vincularem os custos dos programas de treinamento aos seus resultados reais. O Phillips ROI Model baseia-se no KirkPatrick Model, que é um dos modelos mais usados para avaliar programas de treinamento (HAINLEN, 2022). Ele classifica dados de diferentes tipos de programas de treinamento de funcionários para medir:

- A reação dos participantes;
- A aprendizagem real dos participantes;
- A mudança de comportamento a partir desses aprendizados;
- O resultado final.

Mas as organizações que gastam milhões ou potencialmente bilhões de dólares em programas de treinamento querem mais do que resultados. Para sancionar grandes orçamentos, eles precisam ver o valor monetário real desses programas, seu retorno sobre o investimento (ROI) (XU; GAO, 2020). Por ser baseado no KirkPatrick Model, a sua distribuição de níveis é bastante semelhante, acrescentando-se a o nível que avalia o retorno financeiro e com certas modificações individuais em cada um, esta distribuição pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 - Níveis do Philips ROI Model.



Fonte: Elaboração Própria.

O Phillips ROI *Model* torna claro o benefício monetário para as organizações, adicionando uma quinta camada para calcular o ROI de cada programa. Este nível adicional compara os resultados do impacto do aprendizado nos negócios com os custos totais de treinamento e isola os efeitos do programa de outros fatores de que poderiam influenciar em todos os níveis de avaliação do programa de treinamento. Esses dados filtrados capacitam as equipes a obter benefícios monetários líquidos precisos dos vários programas de treinamento (DHANKHAR; DEVELOPMENT, 2020).

2.4.2.1 Nível 1 – Satisfação

No primeiro nível do Phillips ROI *Model*, os gerentes de treinamento usam pesquisas curtas para coletar dados sobre as reações dos participantes ao treinamento. Esta etapa não é muito diferente do Kirkpatrick *Model*, mas os dados coletados aqui não oferecem muitos benefícios diretos para a organização. Dados positivos neste nível são um indicador de quão coesa é a estratégia de pesquisa e desenvolvimento (CARTMEL; BRANNELLY; PHILLIPS; HURST, 2020).

2.4.2.2 Nível 2 – Aprendizagem

Nesta etapa, os participantes respondem a uma pesquisa ou questionários de perguntas de múltipla escolha antes e depois do treinamento. Os gerentes de treinamento interpretam as respostas para determinar quanto conhecimento eles adquiriram. Mais uma vez, o Modelo KirkPatrick avalia a aprendizagem da mesma forma (HAINLEN, 2022).

2.4.2.3 Nível 3 – Implementação

Ao contrário do KirkPatrick *Model*, o Modelo Phillips não apenas coleta dados para descobrir se o treinamento funcionou ou não. O novo modelo baseado em ROI também avalia o motivo por trás do sucesso/fracasso do treinamento. Quando um programa falha, os dados do modelo KirkPatrick não informam às organizações o que deu errado, por que aconteceu e onde ocorreu. No entanto, o Modelo Phillips adiciona feedback qualitativo ao processo de dados para ajudar as organizações a melhorar seus programas de treinamento. As equipes de avaliação de treinamento podem, assim, entender quais mudanças específicas no programa melhorarão seus resultados (CARTMEL; BRANNELLY; PHILLIPS; HURST, 2020).

2.4.2.4 Nível 4 – Impacto

No nível 4 do KirkPatrick *Model*, apenas os resultados e impactos do negócio são medidos. O Phillips ROI *Model* expande o foco do nível 4 de resultados unilaterais para impacto multidimensional. Este modelo permite analisar o impacto do conteúdo do treinamento e outros fatores que contribuem para o desempenho final dos participantes (HAINLEN, 2022).

2.4.2.5 Nível 5 – ROI

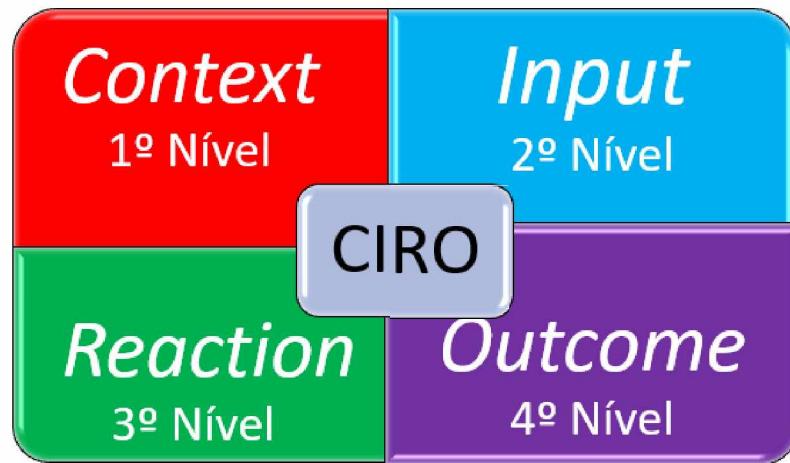
No quinto nível, esta metodologia usa análise de custo-benefício para mapear os dados de impacto para benefícios monetários tangíveis e um conjunto de benefícios intangíveis. Os gerentes de treinamento podem usar esses dados para medir e comunicar os benefícios de seu programa a outros departamentos da empresa e fornecer evidências concretas aos executivos sobre o valor de seus programas de treinamento (CARTMEL; BRANNELLY; PHILLIPS; HURST, 2020).

2.4.3 CIRO *model*

Este é um modelo de avaliação de treinamento que é usado para avaliar a eficácia do curso de treinamento gerencial. Foi desenvolvido por Peter Warr, Michael Bird e Neil Rackham, que publicaram o livro Avaliação do treinamento gerencial, em 1970. Geralmente é oferecido às empresas por ser uma maneira eficaz de avaliar suas necessidades e resultados de treinamento gerencial. Em comum com outros modelos de avaliação de treinamento, o Modelo CIRO é hierárquico, o que significa que os praticantes devem começar no topo de seus quatro níveis, antes de progredir sequencialmente pelos níveis seguintes (SRIVASTAVA; WALIA, 2018). Quanto a isto, o Modelo CIRO é semelhante a outros modelos de avaliação de treinamento que foram mencionados anteriormente, como o Modelo Kirkpatrick e o Modelo Phillips ROI. Mas mesmo baseando-se neste dois, pode-se perceber na Figura 6, que a distribuição de níveis é consideravelmente diferente.

No entanto, diferentemente de outros modelos de avaliação de aprendizagem, o modelo CIRO é especificamente voltado para avaliar o treinamento gerencial. Isso o diferencia de outros modelos que podem ser aplicados amplamente a várias funções e posições diferentes dentro de uma organização (ALI; TUFAIL; QAZI, 2022).

Figura 6 - Níveis do CIRO Model.



Fonte: Elaboração Própria.

2.4.3.1 Nível 1 – *Context* (Contexto)

Nesta fase, o *CIRO model* é usado para avaliar a situação operacional em que uma empresa ou organização se encontra. Isso fornece informações úteis que podem ser usadas para determinar as necessidades e os objetivos do treinamento. Nesta primeira etapa, é realizada uma análise das necessidades de treinamento, com base nas condições de organização do mesmo. A avaliação do contexto ajuda a sinalizar quaisquer fatores que possam ter impacto no efeito do treinamento, também ajuda a identificar e avaliar as necessidades de treinamento (ALI; TUFAIL; QAZI, 2022). Estas necessidades são baseadas na coleta de informações sobre deficiências de desempenho, ou seja. o que falta na organização. As necessidades identificadas são definidas nos três níveis seguintes:

- O objetivo final: A meta do objetivo final é eliminar uma deficiência organizacional, como baixos números de vendas, baixa produtividade ou mau atendimento ao cliente.
- Objetivos intermediários: São aqueles que visam atingir um objetivo final, mas podem exigir uma mudança no comportamento de trabalho do funcionário.
- Objetivos imediatos: Os objetivos imediatos abrangem coisas como a aquisição de novas habilidades e conhecimentos como resultado do treinamento. Também pode incluir a mudança de atitudes dos funcionários, o que os leva a mudar seu comportamento.

2.4.3.2 Nível 2 – *Input* (Entrada)

Durante a segunda etapa do *CIRO Model*, os realizadores do treinamento devem coletar informações sobre possíveis técnicas e métodos de treinamento. Isso é conhecido como "avaliação de entrada" e ajuda a identificar a melhor escolha de intervenção de treinamento. Esta etapa também aborda a concepção, planejamento, gestão e realização do curso de treinamento. O nível também tem como intuito a análise dos recursos da organização e determina como esses recursos podem ser melhor utilizados para alcançar os objetivos desejados (MAHARANI; PUTRO, 2021).

2.4.3.3 Nível 3 – *Reaction* (Reação)

O terceiro nível envolve a coleta de opiniões dos participantes e sugestões sobre o treinamento que receberam. Pede-se aos formandos que abordem os seguintes aspectos:

- Conteúdo do programa;
- Abordagem;
- Conhecimento obtido.

As informações coletadas neste estágio são usadas para encontrar maneiras de melhorar o programa de treinamento (PIETROWSKI; SANWARDEKER; WITKOWSKI; PRACTICES, 2018).

2.4.3.4 Nível 4 – *Outcome* (Resultados)

Esta etapa do Modelo CIRO envolve a apresentação de informações sobre os resultados do treinamento. Os resultados são apresentados em três níveis diferentes;

- Imediato;
- Intermediário;
- Nível máximo.

Os resultados imediatos incluem a forma como os formandos se saíram e se conseguiram concluir a formação com sucesso. Os resultados intermediários são aqueles que podem levar algum tempo para serem implementados, como mudanças no design do curso ou aquisição de novos recursos de treinamento. Os resultados no nível final são os principais objetivos da organização, aqueles que têm um impacto de longo alcance (MAHARANI; PUTRO, 2021).

2.4.4 CIPP model

Na Figura 7 pode ser observado os valores do CIPP *model*, projetado para auxiliar os administradores na tomada de decisões, o CIPP é uma abordagem de avaliação popular em ambientes educacionais. Essa metodologia, desenvolvida no final da década de 1960, busca melhorar a programação educacional por meio de uma abordagem de “aprender fazendo” (AZIZ; MAHMOOD; REHMAN, 2018). Seus conceitos centrais são as avaliações dos seguintes valores:

- *Context* (Contexto);
- *Input* (Entrada);
- *Process* (Processo);
- *Product* (Produto).

Figura 7 - Valores do CIPP Model.



Fonte: Elaboração Própria

2.4.4.1 Nível 1 – *Context* (Contexto)

O estágio de avaliação de contexto do CIPP *Model* cria uma visão geral de onde o programa e a avaliação se encaixam. Esta etapa auxilia na tomada de decisões relacionadas ao planejamento e permite ao avaliador identificar as necessidades, ativos e recursos de uma comunidade, a fim de fornecer uma programação que seja benéfica. A avaliação do contexto também identifica o clima político que pode influenciar o sucesso do programa, para conseguir isso, o avaliador compila e avalia as informações básicas e entrevista os líderes do programa e as partes interessadas. A coleta de dados pode usar vários formatos. Isso inclui medidas formativas e somativas, como análise ambiental de

documentos existentes, criação de perfil de programa, entrevistas de estudo de caso e entrevistas com partes interessadas. Ao longo desse processo, o diálogo contínuo com o cliente para fornecer atualizações é essencial (ALDAPIT; SUHARJANA, 2019).

2.4.4.2 Nível 2 – *Input* (Entrada)

Para complementar a avaliação de contexto, a avaliação de entrada pode ser concluída em paralelo. Nesta etapa, são coletadas informações sobre a missão, os objetivos e o plano do programa. Seu objetivo é avaliar a estratégia, mérito e plano de trabalho do treinamento em relação à pesquisa, a capacidade de resposta do programa às necessidades do cliente e estratégias alternativas oferecidas em programas semelhantes. A intenção desta etapa é escolher uma estratégia apropriada para implementar e resolver o problema do programa (FINNEY, 2020).

2.4.4.3 Nível 3 – *Process* (Processo)

A revisão da qualidade do programa é um elemento-chave do CIPP. A avaliação do processo investiga a qualidade da implementação do programa, nesta etapa as atividades do programa são monitoradas, documentadas e avaliadas. Os principais objetivos deste estágio são fornecer *feedback* sobre a extensão em que as atividades planejadas são realizadas, orientar a equipe sobre como modificar e melhorar o plano do programa e avaliar o grau em que os participantes podem desempenhar suas funções (YUSUF; MAN; HARIS; ISMAIL *et al.*, 2022).

2.4.4.4 Nível 4 – *Product* (Produto)

O componente final do CIPP, avaliação do produto, verifica os efeitos positivos e negativos que o programa teve em seu público-alvo, avaliando os resultados pretendidos e não intencionais obtidos. Durante esta fase, os julgamentos das partes interessadas e dos especialistas relevantes são analisados, visualizando o que impactou o grupo, os subgrupos e o indivíduo. A aplicação de uma combinação de técnicas metodológicas garante que todos os resultados sejam anotados e auxilia na verificação dos resultados da avaliação como um todo (ASLAN; UYGUN, 2019).

2.5 MÉTODOS ÁGEIS

Para a entrega de programas de treinamento, o mesmo deve ser aprovado pelo cliente, por isso, dois conceitos buscados desde pequenas empresas à multinacionais, são

produtividade e eficiência. Com um mundo que a cada dia está mais conectado e voltado para as tecnologias digitais, a busca por uma equipe que mantenha o fluxo de trabalho ágil e com a flexibilidade adequada para atender o cliente tem se tornado cada vez maior, devido a isto, especificamente, na área de desenvolvimento de software surgiu o que é chamado de metodologia ágil (ABRAHAMSSON; SALO; RONKAINEN; WARSTA, 2017; PLAG, 2020).

Com origem em 2001, através do Manifesto Ágil de Desenvolvimento de Software, documento cujo qual é considerado até hoje como a base para os métodos ágeis, esta metodologia é definida por um conjunto de práticas que buscam possibilitar entregas com menor tempo, através de adequações recorrentes alinhadas aos requisitos dos clientes e da empresa (COHEN; LINDVALL; COSTA, 2003; FOWLER; HIGHSIMTH, 2001).

Como principal fundamento, as metodologias ágeis defendem que deve ser alcançada a máxima satisfação do cliente por meio de entregas contínuas as quais sejam tangíveis, facilmente demonstradas, através de uma comunicação constante entre os membros da equipe de desenvolvimento (REIFER, 2002).

Basicamente existem 4 valores que são considerados a base da metodologia, e que devem ser difundidos e respeitados (ERICKSON; LYYTINEN; SIAU, 2005; GREER; HAMON, 2011):

- Software em funcionamento mais que documentação abrangente;
- Indivíduos e interação mais que processos e ferramentas;
- Colaboração com o cliente mais que negociação de contratos;
- Responder a mudanças mais que seguir um plano.

Após resultados consideráveis obtidos por diversas empresas que adotaram esses métodos, os mesmos passaram a ser utilizados além do desenvolvimento de software, desde empresas do ramo de telecomunicações como Siemens e CISCO a empresas do ramo de entretenimento como LEGO e Sony. As metodologias ágeis passaram a ser vistas como uma maneira de entregar qualquer gênero de produto, pois proporcionam três características muito visadas (CHEN; RAVICHANDAR; PROCTOR, 2016; DYBA; DINGSOYR, 2009; JÖNSSON, 2013; SCHMIDT, 2016):

- Entrega Contínua;
- Transparência;
- Alta Qualidade.

Visto que as metodologias tradicionais de desenvolvimento de software são demasiadas lentas e geralmente causam atrasos na entrega para o cliente, no atual dinamismo do mundo digital, qualquer adiamento pode causar diversos prejuízos, entre eles o financeiro. Devido a este fato, uma entrega contínua, onde o cliente tem a possibilidade de ver o projeto em prática evoluindo gradativamente é de extrema importância, uma vez que reduz o ciclo de vida dos projetos, o que possibilita a criação de produtos em menor tempo (HIGHSMITH; HIGHSMITH, 2002; JAIN; SHARMA; AHUJA, 2018; TRI; ALSADOON; PRASAD; ELCHOUEMI, 2016).

Considerado um processo longo, o desenvolvimento de software pode causar problemas de visibilidade caso não seja corretamente estruturado e dividido. Portanto, os métodos ágeis dividem o projeto em várias fases, possibilitando uma visibilidade mais clara do processo como um todo (CHOUDHARY; RAKESH, 2016).

Não obstante, para muitas empresas o principal fator que lhes concerne é o resultado final e sua qualidade, as metodologias ágeis visam entregar este fator com maestria, pois se utilizam da maior proximidade cooperativa das equipes que estão criando o projeto, uma vez que estas estão em constante troca de informação. Paralelamente como existem entregas a cada etapa, a qualidade final do produto é avaliada constantemente pelo cliente, o que diminui a margem de falhas (SINGH; CHAUHAN; POPLI, 2019; WANG, 2011).

Devido ao fato de o conceito de metodologia ágil ser abrangente, com o tempo possibilitou-se a criação de várias outras derivadas desta, possuindo a mesma base, mas com algumas diferenças e vantagens que podem ser utilizadas de acordo com o processo que deseja torná-lo ágil. Algumas permanecem voltadas ao desenvolvimento de software, enquanto outras buscaram adaptar os conceitos para as mais diversas possibilidades que os métodos ágeis permitem. Entre elas se destacam o **Scrum**, Kanban, eXtreme Programming e Lean (MILANOV; NJEGUS, 2012; RUK; KHAN; KHAN; ZIA, 2019).

2.5.1 Scrum

Este é um dos métodos mais difundidos, devido sua capacidade em alinhar dois fatores, versatilidade e complexidade, o que possibilita a otimização máxima do projeto. Sua principal característica se refere aos ciclos de desenvolvimento do projeto, que são chamados de *sprints*, além deste termo, existem algumas outras definições que devem ser

compreendidas para um total entendimento do Scrum (FANIRAN; BADRU; AJAYI, 2017; KURNIA; FERDIANA; WIBIRAMA, 2018; WANG, 2020):

- Product Owner (Dono do Produto): é o responsável por coordenar o time de desenvolvimento (ou time Scrum);
- Time de desenvolvimento: é a equipe envolvida na produção do projeto;
- Sprint: é a iteração do Scrum, ou seja, cada ciclo rápido de trabalho que gera uma entrega parcial em intervalos de semanas ou meses;
- Scrum Master: é o facilitador do método, responsável por garantir que todos entendam e apliquem o Scrum corretamente.

Portanto, existe um *Product Owner* que gerencia um time *Scrum* para alcançar os melhores resultados a cada *Sprint*, avançando até completar o projeto. Durante esse processo, há várias reuniões que podem ser diárias, semanais ou mensais e a existência de requisitos específicos para que o *Scrum* funcione corretamente. O objetivo é garantir a entrega de valor e máxima qualidade do início ao fim do projeto, renegociando o escopo conforme necessário. Geralmente o *Scrum* é adotado no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produtos e *software*, mas também pode ser usado em um contexto relacionado a negócios, (FRIESS, 2019; HANSLO; MNKANDLA, 2018; HOSSAIN; BABAR; PAIK, 2009; LÓPEZ-MARTÍNEZ; JUÁREZ-RAMÍREZ; HUERTAS; JIMÉNEZ *et al.*, 2016) toda essa distribuição de funções e fases pode ser observada de forma mais prática na Figura 8.

Figura 8 - Visão geral do processo do Scrum.



Fonte: (LERCHE-JENSEN, 2019).

Devido à alta adesão ao *Scrum*, diversas outras metodologias utilizaram sua estrutura para uma adaptação mais profunda para diversos estudos, em que alguns, até mesmo, originaram outras metodologias derivadas do *Scrum*, portanto este foi o principal

responsável pela popularização dos métodos ágeis (SRIVASTAVA; BHARDWAJ; SARASWAT, 2017).

2.5.2 Agile Short Unified Process (ASUP)

Como mencionado anteriormente, várias outras metodologias derivaram do SCRUM, e segundo (FRANÇA et al., 2022), ASUP é uma metodologia híbrida entre o SCRUM, o que é chamado de processo unificado, com nomenclaturas e estratégias feitas da união de ambas. Para entender o processo, deve-se, em primeiro lugar, compreender os nomes dos atores e fases que fazem parte do círculo de vida do processo.

2.5.2.1 Atores

Os atores relacionados à metodologia são divididos entre duas equipes:

- Equipe de Negócio;
- Equipe Técnica.

A equipe de negócios tem como objetivo repassar as regras de construção do projeto e seus requisitos, devendo manter uma comunicação adequada de acordo com a metodologia para com a equipe técnica, com intuito de resolver os problemas apresentados. Para este objetivo, a equipe é composta pelos seguintes membros (FRANÇA et al., 2022):

- Patrocinador(es);
- Stakeholder(es).

Já a equipe técnica é a responsável diretamente por realizar as atividades do projeto. Com o intuito de uma organização mais bem estabelecida para que os prazos e resultados sejam alcançados adequadamente a equipe técnica delega diferentes atribuições para os seus membros e é composta por:

- Gerente de Projetos;
- Coordenador de Equipe;
- Desenvolvedores.

2.5.2.2 Fases do ASUP

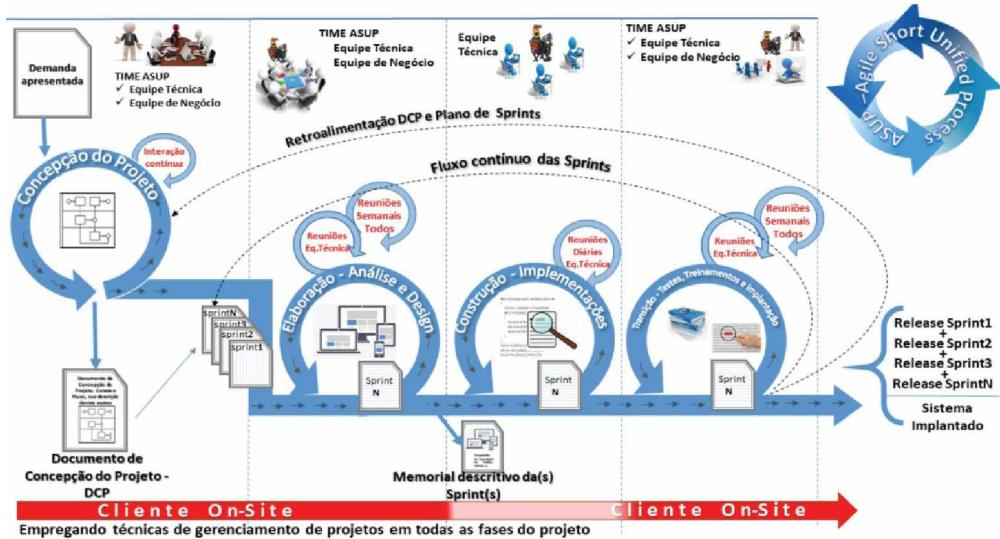
Assim como ocorre a divisão das equipes, para um melhor controle do processo,

este é separado por fases para a realização dos *sprints*, sendo estas:

- Concepção do Projeto;
- Elaboração – Análise e Design;
- Construção – Implementações;
- Transição – Testes, Treinamentos e Implantação.

Com estas fases e os atores bem definidos, é possível entender a visão geral do processo exemplificado na Figura 9:

Figura 9 - Visão geral do processo do ASUP.



Fonte: (FRANÇA et al., 2022).

2.6 SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA

A vida moderna, com toda tecnologia e desenvolvimento industrial que ocorreu nos últimos séculos e se mantém em constante evolução, seria inviável sem a utilização da energia elétrica. Considerada o combustível do desenvolvimento moderno, sua produção está ligada diretamente ao aumento populacional e a melhoria econômica de qualquer país. Desde tecnologias mais simples às mais complexas, hoje em sua maioria, não seriam possíveis sem a utilização da eletricidade. Vários fatores que são utilizados para medir o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), como mortalidade infantil, aumento populacional e expectativa de vida são afetados diretamente pela disponibilidade de energia elétrica, portanto, é facilmente observado que a energia elétrica tem um papel de suma importância na sociedade moderna (LORDE; WAITHE; FRANCIS, 2010).

A eletricidade é gerada, transmitida e distribuída através de vários métodos, no Brasil a entrada primária para este processo é a utilização da água por meio de usinas hidroelétricas. Obter água suficiente para usar é apenas o começo do que a produção de energia exige, visto que, a geração é somente um dos passos para que essa eletricidade seja realmente utilizada na sociedade (ANDRADE; DOS SANTOS, 2015).

O segundo passo que deve ser realizado é a transmissão e distribuição desta energia, que demanda meios e equipamentos específicos que são análogos a outros processos comuns na sociedade, como o transporte de mercadorias, onde é necessário estradas e carros para fazer o deslocamento e centros de distribuição locais onde esse produto irá ser direcionado para a região correta. Paralelamente a isso pode ser feito uma analogia destes com os fios da rede elétrica e as subestações de energia (PANSINI, 2020).

Nestas subestações onde será feito a distribuição da energia elétrica na região é composta por diversos equipamentos com diferentes funções, tais como: proteção, medição, transporte e armazenamento. Esses equipamentos em conjunto formam a malha completa para que a subestação tenha sua função realizada com sucesso (DUROCHER, 2010).

2.6.1 Disjuntor

Podendo ser visto na Figura 10, os disjuntores são equipamentos utilizados para a interrupção e para o restabelecimento das correntes elétricas em um ponto da subestação, onde estes sempre devem ser instalados acompanhados da aplicação dos relés respectivos, pois serão eles que irão detectar as correntes elétricas do circuito que, após analisadas por sensores adequados, podem enviar ou não a ordem de comando para a sua abertura (FRANCK, 2011).

Figura 10 – Exemplo de um disjuntor em uma subestação.



Fonte: (MAMEDE FILHO, 2020).

2.6.2 Chave Seccionadora

Uma chave seccionadora (CS) é um interruptor que tem a capacidade de desativar e interromper a energia que está direcionada a um circuito elétrico, estas também chamadas de interruptores de desconexão, são usadas em uma grande variedade de configurações, e são empregadas como dispositivos de segurança que desenergizam circuitos para que o manejo dos mesmos seja feito de forma segura (BOGGS; CHU; FUJIMOTO; KRENICKY *et al.*, 1982), um exemplo da mesma pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 – Exemplo de uma CS em uma subestação.



Fonte: (POTENCIAL ELETRICIDADE E MANUTENÇÃO, 2017)

2.6.3 Transformador de Corrente

Os transformadores de corrente (TC) são equipamentos que permitem que os instrumentos de medição e proteção funcionem adequadamente sem que seja necessário possuírem correntes nominais de acordo com a corrente de carga do circuito ao qual estão ligados (ARNOLD, 1934), onde na Figura 12, é possível visualizar um dos seus modelos localizados dentro de uma subestação.

Figura 12 - Exemplo de um TC em uma subestação.



Fonte: (MONTELECTRA, 2015).

2.6.4 Transformador de Potencial

Os transformadores de potencial (TP) são equipamentos que permitem que os instrumentos de medição e proteção funcionem adequadamente sem que seja necessário possuir tensão de isolamento de acordo com a da rede à qual estão ligados (JACOBSON; SWATEK; MAZUR, 1996) e na Figura 13 é possível visualizar um deste sendo utilizado em uma subestação.

Figura 13 - Exemplo de um TP em uma subestação.



Fonte: (PFIFFNER, 2022).

2.6.5 Para-raios

Os para-raios são utilizados para proteger os diversos equipamentos que compõem uma subestação, onde estes limitam as sobretensões a um valor máximo. Este valor é tomado como o nível de proteção que o para-raios oferece ao sistema (MACHIDON; ISTRATE; GUŠĀ; §, 2012) apesar de poder ser utilizado em qualquer meio, na Figura 14 observa-se que o mesmo é um pouco diferente dos padrões utilizados em prédios ou igrejas geralmente.

Figura 14 - Exemplo de um para-raios em uma subestação.



Fonte: (PRASAD, 2022).

2.6.6 Transformador

O transformador é um equipamento de operação estática que por meio de indução eletromagnética transfere energia de um circuito, chamado primário, para um ou mais circuitos denominados, respectivamente, secundário e terciário, sendo, no entanto, mantida a mesma frequência, porém com tensões e correntes diferentes. Para que os aparelhos consumidores de energia elétrica sejam utilizados com segurança pelos usuários, é necessário que se faça sua alimentação com tensões adequadas, normalmente inferiores a 500 V(FOERST; HEYNER; KANNGIESER; WALDMANN, 1969), a Figura 15 é um exemplo de um transformador consideravelmente pequeno sendo utilizado em uma subestação.

Figura 15 - Exemplo de um transformador em uma subestação.



Fonte: (SELESNAFES, 2021).

2.7 RVCEMIG

Software construído em parceria entre a CEMIG e a UFU, o qual possui diversas ferramentas para diferentes funções que estão ligadas a integração de subestações de energia elétrica com os ambientes virtuais que as representam de forma fiel e precisa, na Figura 16 é apresentada a sua interface. Tal *software* pode ser divido de forma sucinta em quatro ferramentas (CARDOSO; LAMOUNIER; LIMA; OLIVEIRA *et al.*, 2013; CYRINO; BARRETO; MATTIOLI; CARDOSO *et al.*, 2022).

- Navegação;
- Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) Simulado;
- Inspeção Remota;
- Editor de Rotinas.

Figura 16 – Interface do *launcher* do RVCEMIG.

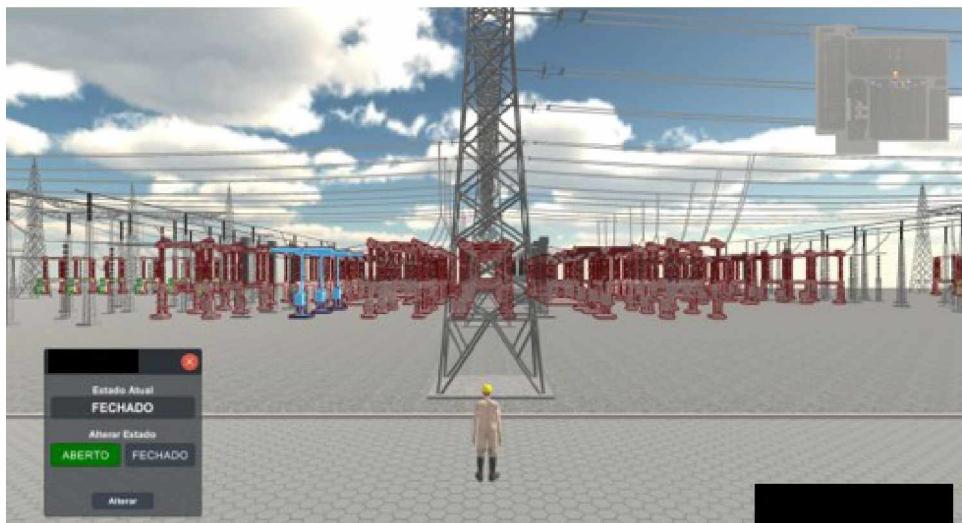


Fonte: Elaboração Própria

2.7.1 Navegação

A navegação no RVCEMIG pode ser realizada por meio de joystick, teclado e mouse ou utilizando o headset adequado para realidade virtual. O ambiente é construído de forma a representar diversas das subestações da CEMIG seguindo rigorosamente a sua versão física. Para auxiliar e melhorar a interatividade do uso, existem diversas informações e ferramentas que podem ser utilizadas durante a navegação, como, medição de distância, nome e características dos equipamentos, mudança de câmera, ajuste de posição e minimapa, algumas destas podem ser vistas na Figura 17 (CYRINO; BARRETO; MATTIOLI; CARDOSO *et al.*, 2022).

Figura 17 - Ambiente virtual RVCEMIG.



Fonte: Elaboração Própria.

2.7.2 SCADA Simulado

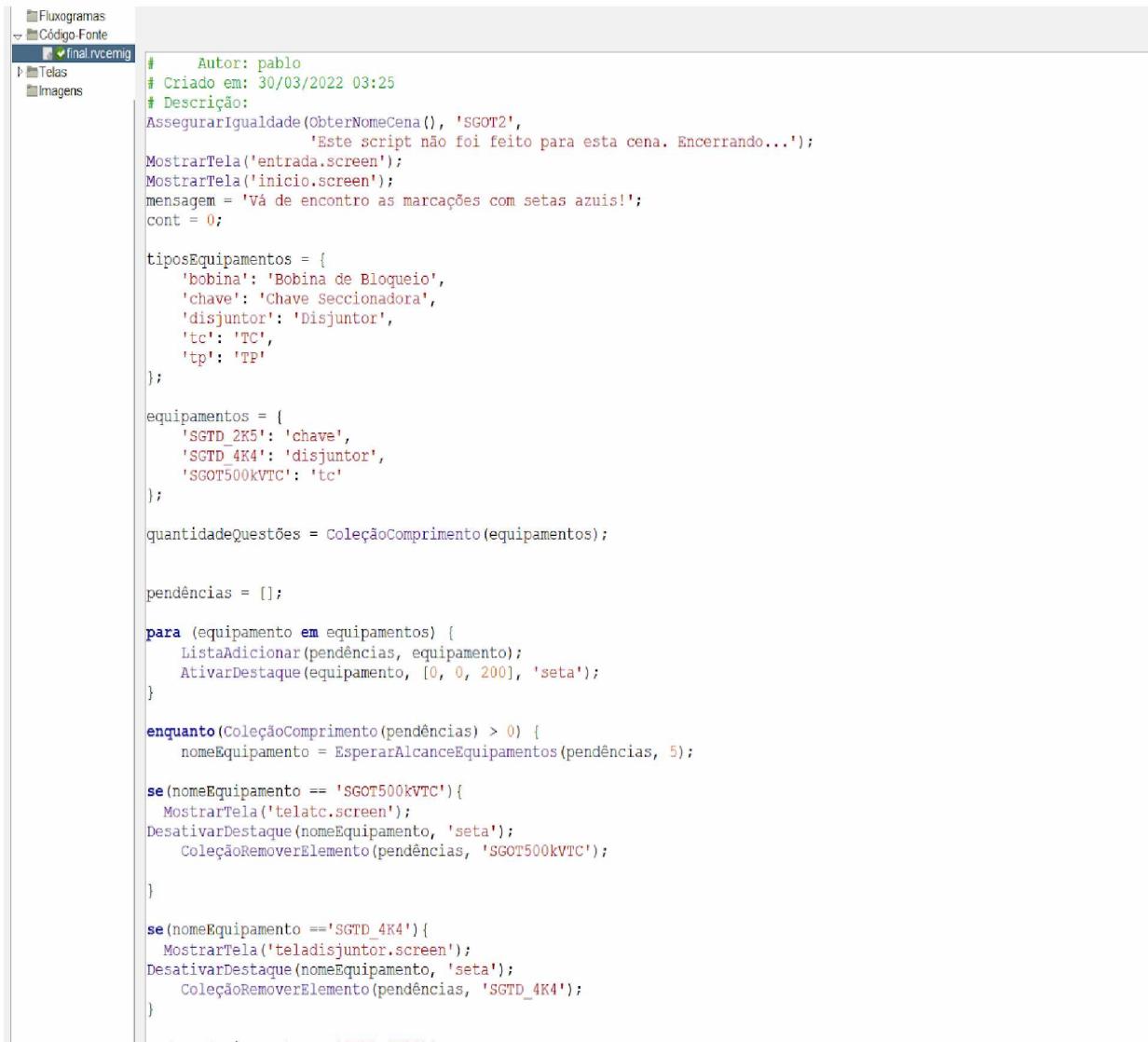
O RVCEMIG possui integração direta com o Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA), portanto, pode receber diretamente os dados da CEMIG e representá-los nos equipamentos de forma correta no ambiente virtual, mas, para questões de segurança e testes, pode ser utilizado o SCADA simulado, onde através de tabelas previamente configuradas e carregadas, pode-se simular o estado e atributos dos equipamentos dentro do ambiente como se estivessem recebendo estes dados do sistema real (CYRINO; BARRETO; MATTIOLI; CARDOSO *et al.*, 2022).

2.7.3 Editor de Rotinas

Este é um *software* externo ao RVCEMIG, mas que é integrado ao mesmo, que tem como principal intuito, a construção de rotinas para serem reproduzidas dentro do ambiente virtual, onde estas podem ser utilizadas para; simular manobras, treinamento de operadores, visitas guiadas e estudo de caso de situações que ocorreram anteriormente e devem ser estudadas de maneira minuciosa.

Para a criação destas rotinas o editor de rotinas dispõe de três possibilidades distintas com suas devidos usos e complexidades, estes são: Código Fonte (exemplificado na Figura 18), Fluxograma e Planilha de Eventos, o uso de cada um será abordado de forma mais completa no próximo capítulo.

Figura 18 - Interface do Editor de Rotinas do RVCEMIG.



The screenshot shows the RVCEMIG Routine Editor interface. On the left, there is a sidebar with a tree view of the project structure:

- Fluxogramas
- Código Fonte
 - final.rvcmig
- Telas
- Imagens

The main area is a code editor containing the following script:

```

# Autor: pablo
# Criado em: 30/03/2022 03:25
# Descrição:
AssegurarIgualdade(ObterNomeCena(), 'SGOT2',
    'Este script não foi feito para esta cena. Encerrando...');
MostrarTela('entrada.screen');
MostrarTela('inicio.screen');
mensagem = 'Vá de encontro as marcações com setas azuis!';
cont = 0;

tiposEquipamentos = {
    'bobina': 'Bobina de Bloqueio',
    'chave': 'Chave Seccionadora',
    'disjuntor': 'Disjuntor',
    'tc': 'TC',
    'tp': 'TP'
};

equipamentos = {
    'SGTD_2K5': 'chave',
    'SGTD_4K4': 'disjuntor',
    'SGOT500kVTC': 'tc'
};

quantidadeQuestões = ColeçãoComprimento(equipamentos);

pendências = [];

para (equipamento em equipamentos) {
    ListaAdicionar(pendências, equipamento);
    AtivarDestaque(equipamento, [0, 0, 200], 'seta');
}

enquanto(ColeçãoComprimento(pendências) > 0) {
    nomeEquipamento = EsperarAlcanceEquipamentos(pendências, 5);

    se (nomeEquipamento == 'SGOT500kVTC'){
        MostrarTela('telatc.screen');
        DesativarDestaque(nomeEquipamento, 'seta');
        ColeçãoRemoverElemento(pendências, 'SGOT500kVTC');
    }

    se (nomeEquipamento == 'SGTD_4K4'){
        MostrarTela('teladisjuntor.screen');
        DesativarDestaque(nomeEquipamento, 'seta');
        ColeçãoRemoverElemento(pendências, 'SGTD_4K4');
    }
}

```

Fonte: Elaboração Própria.

2.8 TREINAMENTOS PROFISSIONAIS APOIADO POR RV

O uso de RV voltado diretamente para treinamentos profissionais, desde a realização de estudos às aplicações diretas, já ocorrem de maneira mais contundente a cerca de quinze anos, contudo, desde 2017 estes têm se intensificado devido a diversos fatores, e em 2020 tornaram-se ainda mais difundidos devido a pandemia de Covid-19, uma vez que a pandemia se tornou uma oportunidade para demonstrar o uso dessa tecnologia nas mais diversas áreas.

Grande parte das pesquisas acerca das aplicações de RV para o treinamento profissional se concentram na área da saúde, (BAHETI; SESHADRI; KUMAR; SRIMATHVEERAVALLI *et al.*, 2008) demonstrou um protótipo de um ambiente virtual (Figura 19), no qual, através de dois mecanismos semelhantes a garras físicas, todos os movimentos que eram realizados nestas, eram reproduzidos no ambiente virtual, para que de modo preciso, médicos possam treinar cirurgias. Enquanto (VAUGHAN; JOHN; REES, 2019) realizaram a construção de um ambiente completamente funcional para que paramédicos possam treinar para atender diversas possibilidades de casos que possam ocorrer nas ocasiões de atendimento.

Figura 19- Demonstração protótipo ambiente virtual para paramédicos.



Fonte: (VAUGHAN; JOHN; REES, 2019).

Uma das linhas de aplicações de RV na área da saúde compreende situações emergenciais, uma vez que um grande benefício do uso de RV é a possibilidade de simular casos para os *trainees* que seriam inviáveis em treinamento prático, como no exemplo onde (PRASOLOVA-FØRLAND; MOLKA-DANIELSEN; FOMINYKH; LAMB, 2017) demonstrou um ambiente virtual para simular o gerenciamento e o treinamento de uma emergência do ponto de vista de diversos profissionais como, bombeiros, policiais, médicos, engenheiros e diversos outros, onde estes papéis podiam ser escolhidos e seriam colocados em situações adequadas para esta opção. O ambiente possui diversas ferramentas, como o rádio, para simular também a comunicação entre os profissionais, sendo testado com bombeiros para aprovação do mesmo e recebendo excelente avaliações. É possível ver o *software* em execução na Figura 20.

Figura 20 - Ambiente virtual de gerenciamento de emergência.



Fonte: (PRASOLOVA-FØRLAND; MOLKA-DANIELSEN; FOMINYKH; LAMB, 2017).

Nessa conjuntura, o foco do estudo desta dissertação é diretamente ligado ao setor elétrico e sobre este tema, existem diversos estudos recentes aplicações variadas para diferentes objetivos. Inicialmente, pode ser citado (SANTOS; FONSECA, 2013), onde foi desenvolvido um ambiente virtual para simular atividades de riscos que profissionais do setor elétrico irão enfrentar no cotidiano, como troca de isoladores, além de questões relacionadas à segurança, como equipamentos e roupas adequadas para a estação de trabalho, na Figura 21, pode ser visto uma execução prática do mesmo.

Figura 21 - Ambiente virtual para simular riscos em subestações.



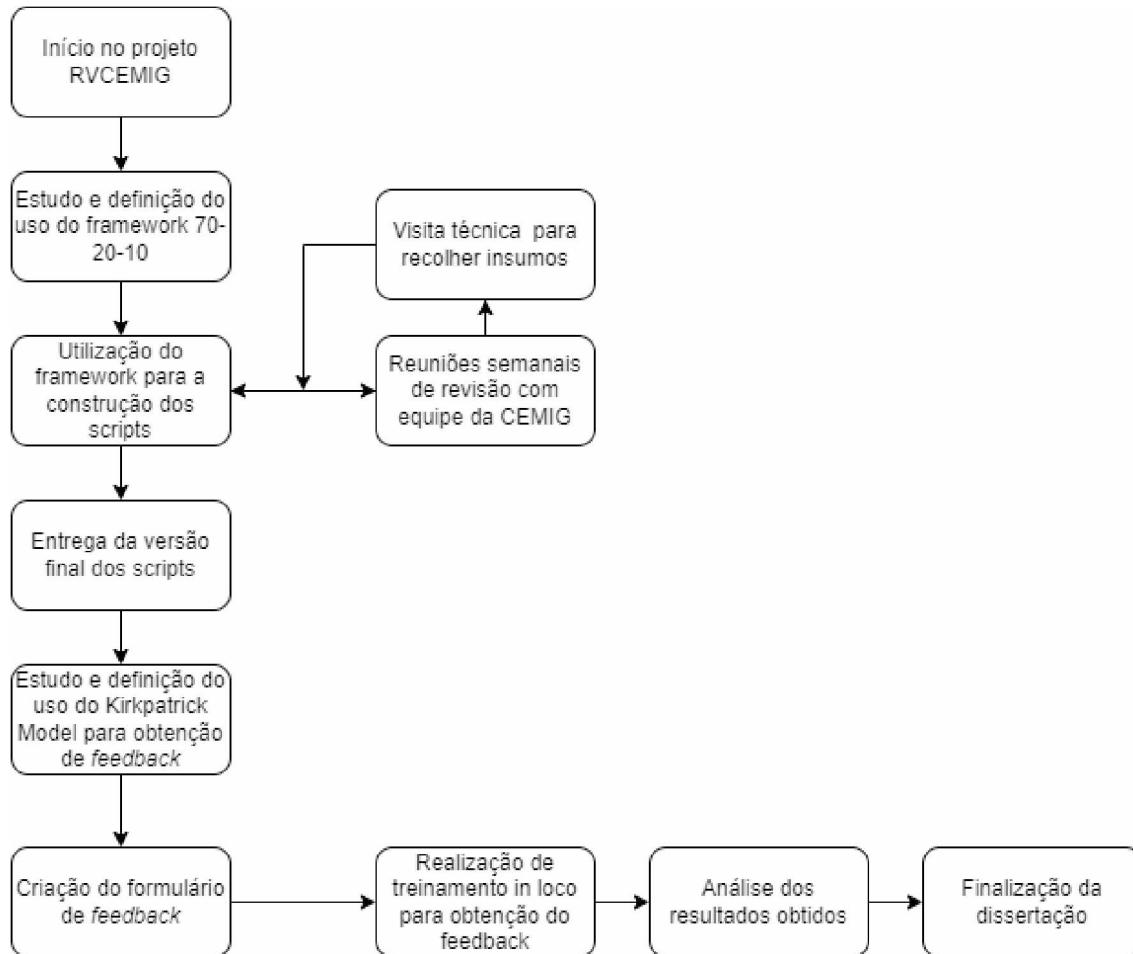
Fonte: (SANTOS; FONSECA, 2013)

Outra aplicação de interesse para esse setor é a adaptação de certas certificações seja para obtenção de certificados para engenharia elétrica como para técnicos, sendo transferidas para o ambiente virtual, como em (SURYAMAN; SARAGIH; AGATHA; MING *et al.*, 2020). Neste trabalho os autores estudaram o impacto do uso do mesmo para a obtenção de conhecimento que são requisitados nestas certificações em comparação com os métodos comuns, mesmo que tenha sido utilizado o ambiente virtual de modo passivo. Obteve-se conclusões interessantes demonstrando o ganho nessa abordagem de treinamento.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, o processo metodológico será detalhado, aprofundando nas escolhas das metodologias discutidas na seção 2. Na Figura 22 é possível verificar uma visão geral dos processos seguidos durante a produção do projeto e do texto. Após a mesma, será descrito de forma mais textual o processo da construção do treinamento, a comparação das metodologias discorridas anteriormente além da criação do formulário de *feedback*.

Figura 22- Diagrama metodológico seguido na dissertação



Fonte: Elaboração Própria

3.1 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO TREINAMENTO

A realização do RVCEMIG como projeto foi feita utilizando-se da metodologia ASUP para uma melhor obtenção de resultados. Dessa maneira, foram realizadas reuniões semanais, que são os sprints, nas quais as entregas previamente combinadas com o cliente eram demonstradas e possíveis modificações e melhorias eram discutidas. A plataforma utilizada para manter este controle foi o *Redmine*.

O *Redmine* é uma plataforma aberta e gratuita, utilizada para a gerência de projetos, altamente flexível e customizável que foi desenvolvida utilizando o framework chamado *Ruby on Rails*.

Nesta plataforma os integrantes do nosso grupo de pesquisa foram distribuídos nas equipes de acordo com funções determinadas tendo como base os atores do ASUP citados no capítulo anterior, sendo alocado como desenvolvedor sobre a gerência de um coordenador de projeto, focado para o subprojeto Editor de Rotinas. Desse modo, toda a construção de Scripts realizada para a pesquisa, foi revisada e retroalimentada pelo processo.

Na Figura 23 está exemplificado de como foram organizadas as distribuições de todos os projetos, áreas, modelos, tarefas e atividades a serem realizadas, utilizando a plataforma do *Redmine* aplicando-se da metodologia ASUP.

Figura 23 - Exemplo do ASUP aplicado ao site Redmine

Fonte: Elaboração Própria

Além disto, para a construção dos scripts em si, foi utilizada a metodologia 70-20-10 dando enfoque principalmente no primeiro e terceiro fator, onde todos os scripts

buscaram que fossem possível o usuário realizar todo o treinamento e passo a passo do mesmo de forma autônoma, sem a necessidade de um acompanhamento direto de quem está realizando o treinamento e também houve uma preocupação para que no final todos os participantes tivesse obtido conhecimento técnico dos processos aos quais foram submetidos. Apesar do segundo fator, interação interpessoal, não tenha sido um dos enfoques principais, o treinamento foi realizado em conjunto com a intenção direta de que houvesse uma troca de experiências entre os trainees.

3.2 COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE TREINAMENTO

Como apresentado no capítulo anterior, existem diversas metodologias de treinamento diferentes, que foram revisadas e separadas durante todo o processo de construção da dissertação e mesmo que algumas tenham semelhanças entre si, elas se diferem de diversas maneiras, portanto estas diferenças são o que as direcionam para a obtenção de resultados em distintas aplicações, logo a escolha por determinada metodologia deve ser feita baseada no fator principal que deseja ser analisado que será obtido no final do treinamento.

Foi discutido por (ALI, M. S.; TUFAIL, M.; QAZI, R, 2022) quais resultados são obtidos de forma mais precisa com cada uma das metodologias, portanto, abaixo se encontra uma Tabela 1, adaptada desta discussão.

Tabela 1 - Comparação dos níveis das metodologias. de avaliação de treinamento.

Modelos	KirkPatrick	Philip	CIRO	CIPP
Níveis	Reação	Satisfação	<i>Context</i>	<i>Context</i>
	Aprendizagem	Aprendizagem	<i>Input</i>	<i>Input</i>
	Comportamento	Implementação	<i>Reaction</i>	<i>Product</i>
	Resultados	Impacto	<i>Outcomes</i>	<i>Context</i>
		ROI		
Resultados obtidos	Comportamentais e de aprendizagem	Retorno de Investimento	Habilidades cognitivas	Identificação de fatores contextuais

Fonte: Elaboração Própria.

Onde cada resultado gerado pelo feedback de cada metodologia pode ser compreendido da seguinte forma:

- KirkPatrick: O enfoque da metodologia tende a buscar entender o comportamento dos indivíduos durante o treinamento e quanto realmente aprenderam durante o mesmo
- Philip: Sendo embasada em KirkPatrick, seus resultados obtidos são bem semelhantes, mas como o enfoque é no último nível, seu principal ponto analisado é o quanto o investimento monetário retornou de forma palpável para a empresa
- CIRO: Preza pela afetividade que o *trainee* tem em cada nível, podendo avaliar melhor as habilidades cognitivas que ele obteve individualmente durante o treinamento
- CIPP: Voltado para o contexto de como e onde o treinamento está sendo aplicado, por isto tem como resultado a facilidade em identificar quais fatores interferem no contexto da empresa.

3.3 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO FORMULÁRIO DE FEEDBACK

O formulário foi construído baseado em todos as referências citadas no capítulo que se refere a metodologia KirkPatrick *model*. Neste próprio tópico foram descritas exemplificações tradicionais para as perguntas que devem ser feitas para se avaliar cada nível do método.

Além disto, foram feitas certas adaptações que tiveram como intuito adequar de forma mais correta ao estilo de treinamento que foi realizado, o ambiente virtual, acarretando em uma quantidade de perguntas maior e em leves alterações das feitas tradicionalmente.

4 APLICAÇÃO

Utilizando-se do que foi apresentado na seção 3, nesta seção será detalhado todo o processo de aplicação da metodologia descrita anteriormente, como a escolha da metodologia de avaliação de treinamento, todo o processo de construção dos scripts de treinamento, onde foi utilizado o *framework* para a construção dos mesmos e a criação do formulário de feedback.

4.1 APLICAÇÃO DO 70-20-10

Para a construção do treinamento em si, de como iria ser desenvolvido e aplicado dentro da empresa, foi utilizada o *framework* citado anteriormente, o 70-20-10. Para que isso seja realizado de forma satisfatória, foi necessária a desenvolver atividades que fossem ligadas de acordo com a separação regida por este método.

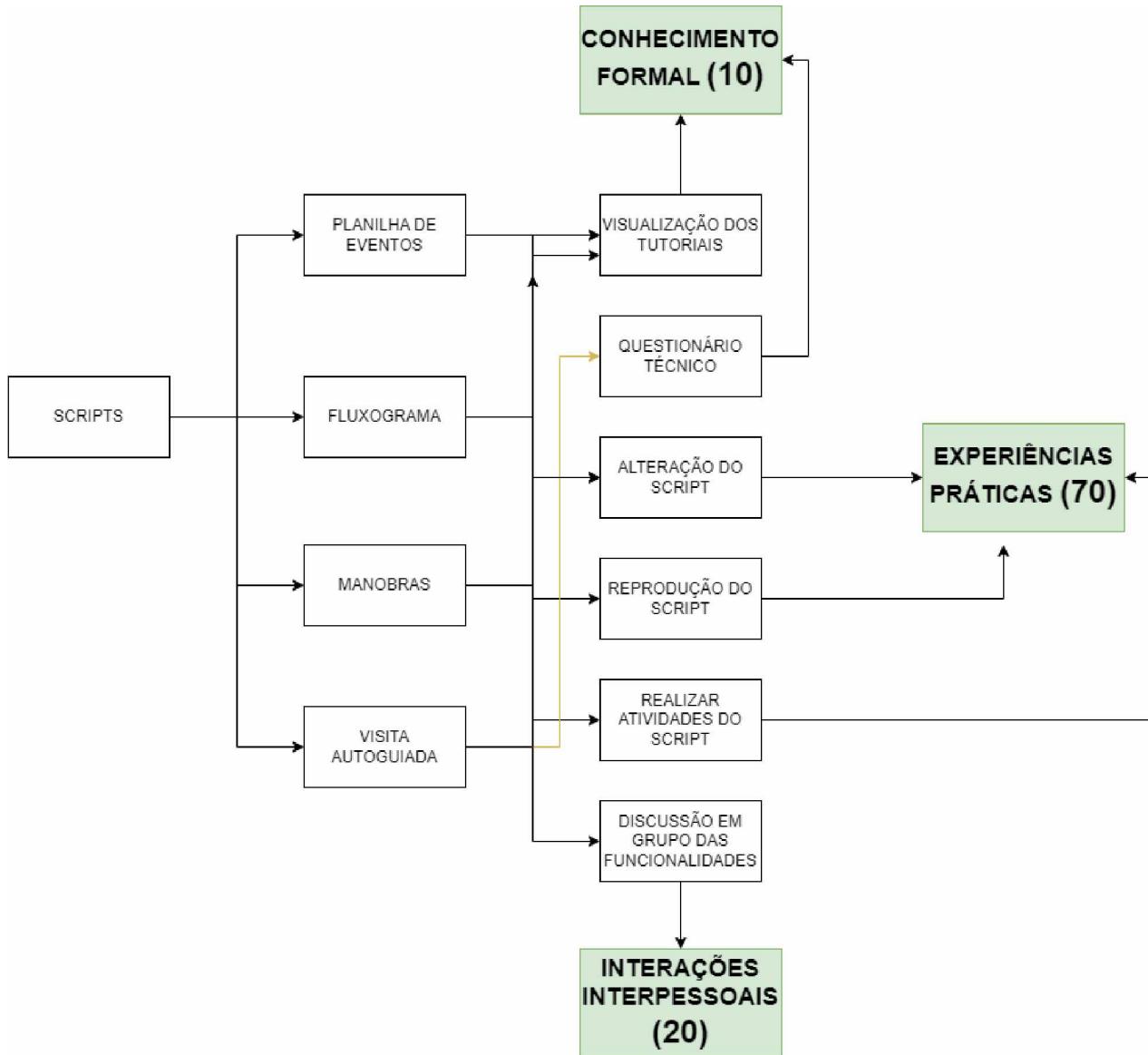
Portanto na Figura 24 é possível verificar todas as atividades que foram propostas em cada script criado e como elas se conectam ao *framework*.

Iniciando pela planilha de eventos, a parte que trata dos 10% de conhecimento formal foram as visualizações dos tutoriais para replicar o script criado, os 20% de interações interpessoais foi uma discussão entre os *trainees* sobre as funcionalidades daquele script para o meio de trabalho e melhorias proporcionadas e os 70% de experiência prática foram alterações realizadas no modelo do script e a reprodução delas.

Quanto ao fluxograma e o script de manobras, o processo foi similar a planilha de eventos, se diferenciando pela parte de realizar atividades do script, pois dentro do software deviam ser alcançados certos pontos na subestação e realizar atividades específicas, ambos contribuindo para a parte de experiências práticas.

Finalizando com a visita autoguiada esta teve uma parte extra em relação a todos os outros, pois no final da mesma existia a necessidade de responder um questionário técnico sobre todo o assunto que foi abordado durante a visita, que poderia ser compreendido ao se alcançar os pontos de interesse e visualizar os vídeos daqueles equipamentos específicos.

Figura 24 - Diagrama conectando as atividades realizadas ao framework 70-20-10



Fonte: Elaboração Própria

4.2 ESCOLHA DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Para determinar qual metodologia seria escolhida foi utilizado a tabela 1, e visto que o intuito da aplicação neste caso é o uso em um treinamento apoiado por realidade virtual, esta escolha tem sua discussão facilitada quando se observa os resultados que cada uma das metodologias discutidas consegue obter:

- *KirkPatrick Model*: Comportamentais e aprendizagem.
- *Philips ROI Model*: Retorno de Investimento.
- *CIRO Model*: Habilidades Cognitivas.
- *CIPP Model*: Identificação de fatores contextuais.

Pois um dos fatores mais relevantes é o comportamento, visto que este está ligado de forma direta a imersão no ambiente virtual, portanto para avaliar se realmente houve uma mudança comportamental uma das metodologias indicadas é o *KirkPatrick Model*.

Além disto, outro intuito do treinamento era a inserção do software RVCEMIG no cotidiano da empresa, e novamente, o *KirkPatrick Model* obtém resultados adequados para avaliar o quanto os *trainees* aprenderam sobre o uso da ferramenta para que a utilização da mesma se torne algo intrínseco dentro da empresa.

4.3 CONSTRUÇÃO DOS SCRIPTS

Visto que o Editor de Rotinas é uma das ferramentas desenvolvidas no projeto RVCEMIG pela equipe de pesquisadores da UFU, a qual o cliente tem à disposição, todos os scripts foram construídos utilizando a mesma, uma vez que essa ferramenta dispõe de alguns métodos para diversas abordagens e complexidades de diferentes níveis, portanto foram desenvolvidos ao menos um script para cada um dos métodos.

4.3.1 Planilha de Eventos

O primeiro método utilizado para a criação de script foi a planilha de eventos, esta é uma parte da ferramenta consideravelmente mais limitada, sua interface pode ser observada na Figura 25, mas que tem como intuito uma usabilidade mais prática e acessível onde gerentes e operadores podem criar de maneira rápida rotinas que simulem alguma operação que tenha ocorrido em campo ou que tenham desejo de realizar.

Na criação de scripts utilizando a planilha de eventos devem ser definidos alguns parâmetros:

- Subestação: Definição de em qual subestação ocorrerá a execução do script;
- Planilha *Excel*: Endereço local da planilha que irá definir a ordem, os equipamentos e para quais estados serão alterados;
- Transição: Visualização da câmera que irá percorrer o equipamento com fatores como ângulo, velocidade, distância da câmera e botões de interação.

Figura 25 – Interface da criação de planilha de eventos.



Fonte: Elaboração Própria.

A planilha Excel deve ser criada exteriormente utilizando o programa *Microsoft Excel* seguindo o modelo de colunas exemplificado na Figura 26.

Figura 26 – Exemplo de planilha aceita pelo *software*.

Evento Timestamp Equipamento Estado

Fonte: Elaboração Própria.

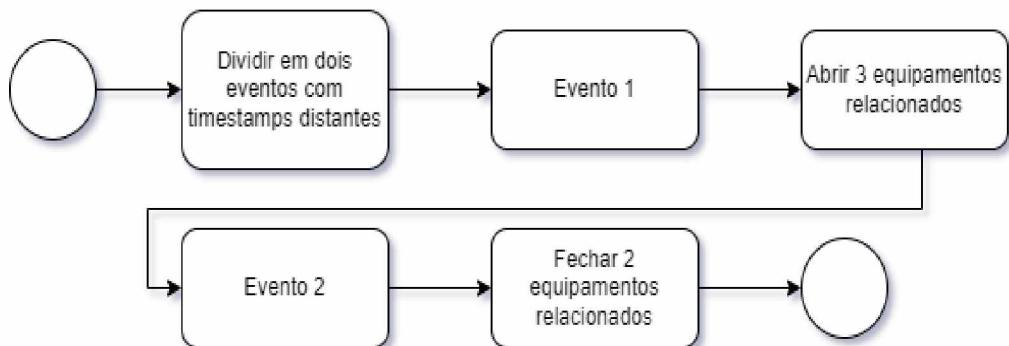
Estas colunas dividem o processo de visualização dos eventos em etapas diferentes caso seja necessário, determina um tempo para ser marcado no sistema, qual equipamento será utilizado durante o processo e para qual estado ele irá ser modificado, aberto ou fechado.

Para este script e todos os subsequentes, o nome dos equipamentos utilizados foram alterados com intuito de preservar dados da CEMIG, portanto os nomes dos mesmos serão descritos na metodologia de maneira a manter o sigilo da empresa, mas na implementação no programa foram utilizados os nomes reais para que os scripts possam ser executados de forma correta.

A criação do script seguiu o diagrama da Figura 27, onde inicialmente dividiu-se todos as mudanças em dois eventos com *timestamps* diferentes, no evento 1 foram

realizadas aberturas de 3 equipamentos, após isto no evento 2 dois destes equipamentos foram fechados, finalizando o script.

Figura 27 – Diagrama utilizado na planilha de eventos.



Fonte: Elaboração Própria.

A construção do processo também foi realizada pelos trainees, reproduzindo os scripts, com a intenção de treiná-los também para o uso em si da ferramenta para que eles possam obter a prática do sistema.

E com isto, obteve-se a planilha de eventos observável na Figura 28.

Figura 28 - Planilha de eventos criada após a aplicação do diagrama.

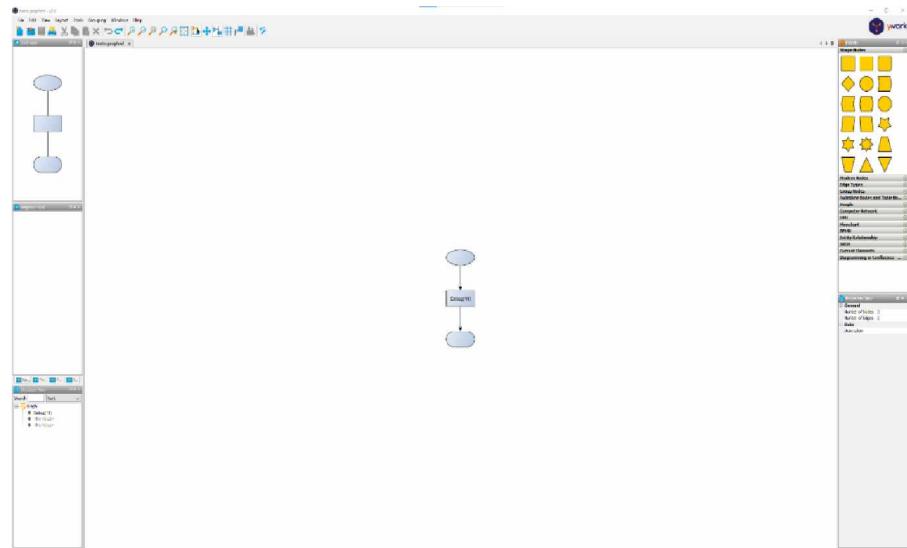
Evento	Timestamp	Equipamento	Estado
1	10:21	EST1_10U1	aberto
1	10:21	EST1_10U4	aberto
1	10:23	EST1_10U2	aberto
2	11:31	EST1_10U2	fechado
2	11:41	EST1_10U1	fechado

Fonte: Elaboração Própria.

4.3.2 Fluxograma

Outro método de desenvolver *scripts* implementado no editor de rotinas é a utilização de fluxogramas feitos em um *software* externo chamado *yEd* construído com este intuito. O mesmo possui diversas bibliotecas de opções de blocos para a construção dos fluxogramas, mas para o editor de rotinas é aceito apenas a opção *flowchart*, na Figura 29 é possível visualizar a Interface do *software*.

Figura 29 - Interface do software para construção de fluxogramas yEd.



Fonte: Elaboração Própria.

Neste *software* os blocos têm uma característica chamada *label* na qual ficará descrito o texto do bloco que contêm informações apenas para leitura como nome de funções *built-ins*, definidas como funções pré-programadas para serem utilizadas no editor de rotinas sem a necessidade da construção de uma lógica de programação todas as vezes nas quais seu uso se fizer necessário, como por exemplo função de mostrar notificações, alterar estados do sistema ou verificar-los.

Para a interação dele com o editor de rotinas, foram implementados uma grande quantidade de blocos, abaixo irá ser descrito a funcionalidade apenas dos que são relevantes para a construção do script utilizado na metodologia da dissertação:

- *Start*: Como o nome sugere, este bloco será colocado no início de todo fluxograma para seu funcionamento correto.
- *Data*: O bloco Data será utilizado para inserir dados que serão utilizados por outros blocos, a forma da inserção irá variar do bloco que está ligado a este e esta será especificada em cada bloco individualmente.
- *Process*: É utilizado de diversas formas, entre elas chamar funções *built-in* do editor de rotinas ou inserção de variáveis. Para isto, deve ser colocada a função no bloco, por exemplo, “ObterPosição (nome do objeto)”.
- *Decision*: Quando é necessário qualquer tipo de ramificação no fluxograma onde a sequência irá variar de acordo com uma escolha, este será o bloco a ser utilizado, serão alocadas duas setas, uma para verdadeiro e outra pra falso, ou

qualquer variação semelhante, para indicar qual caminho o fluxograma irá seguir. A pergunta a ser respondida deve ser inserida na forma de *label*.

- *Sequential Data*: utilizado para a construção de listas, onde ficarão armazenados os dados no nome utilizado, sendo a adição de elementos deve ser feita utilizando o bloco Data, citado anteriormente.
- *Stored Data*: Este é o bloco que deve ser utilizado para caso seja necessário a mudança de algum dado de um equipamento no SCADA, válido apenas para digitais. Basta inserir na *Label* o nome do objeto e colocar como ramificação um bloco do tipo *Data* com o estado desejado.
- *Terminator*: Semelhante ao *Start*, mas com função oposta. Utilizado para finalizar um fluxograma, todos devem conter apresentar o *terminator* como o último bloco para o fechamento correto do sistema.

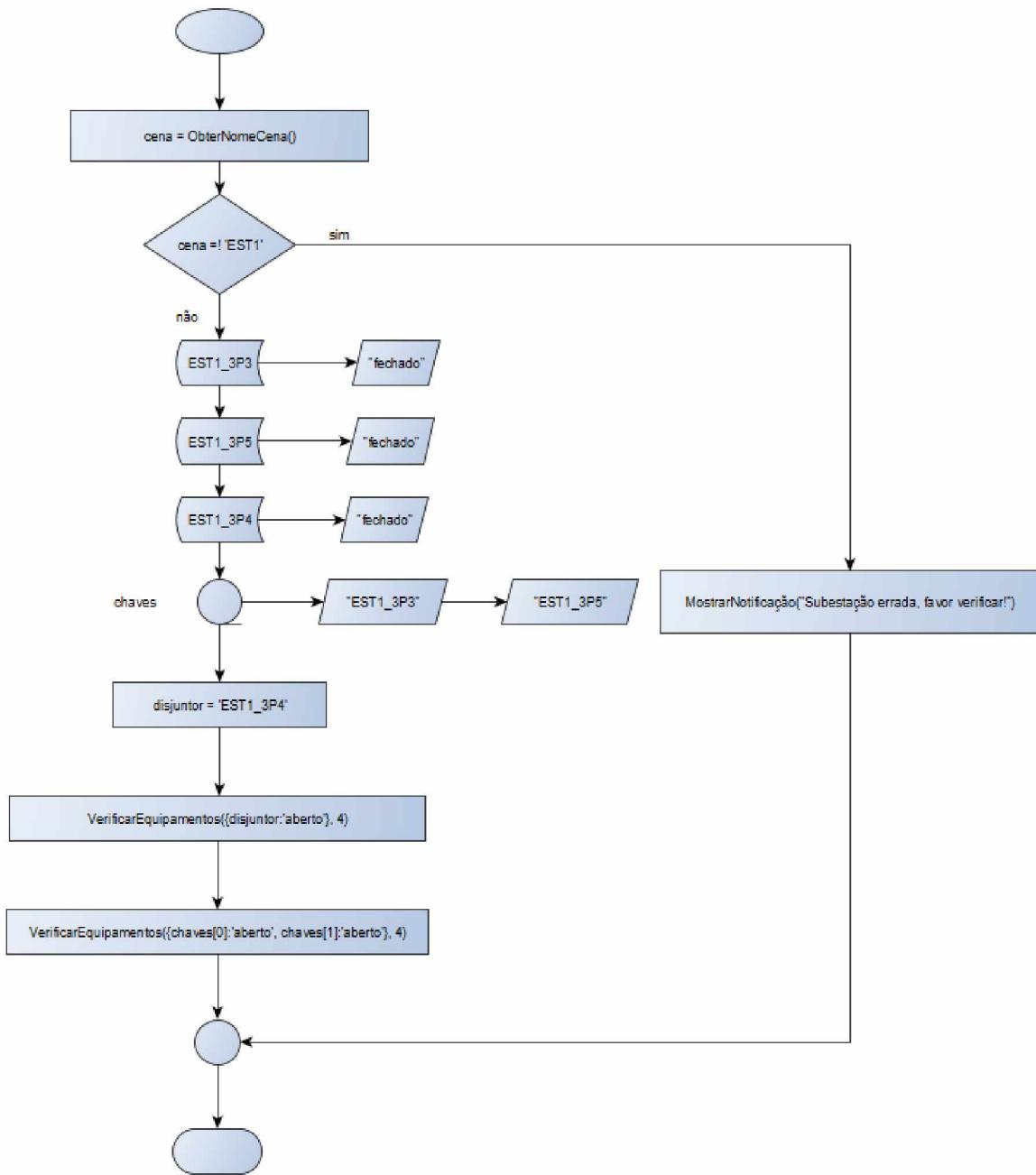
O *script* utilizando este método teve como objetivo a simulação de uma manobra realizada nas subestações, chamada de intertravamento, que consiste na realização de uma ordem correta de eventos de abertura e fechamento de equipamentos onde, primeiro, deve ser realizada a abertura do disjuntor e somente após isso, é possível realizar a abertura das chaves seccionadoras.

Tendo isto evidenciado, o fluxograma seguiu os seguintes parâmetros:

- Utilizar a função *ObterNomeCena* para realizar uma comparação entre a estação atual em execução com a desejada para o fluxograma, com o intuito de evitar problemas de compatibilidade.
- Se a subestação em utilização for a desejada prosseguir com o fluxograma, mas se não finalizar o *script*;
- Estabelecer o estado de duas chaves e um disjuntor que estejam ligados para fechado;
- Separar adequadamente os equipamentos dando-lhes nomenclaturas que permitem o uso facilitado no restante do fluxograma;
- Utilizar a função *VerificarEquipamentos*, para que quando o operador se aproxime do equipamento, ele possa alterar o estado do mesmo para o desejado, com o cuidado de seguir a ordem correta do intertravamento, para isto, deve ser colocado na *label* do bloco, o equipamento e estado desejado correto.
- Finalizar o *script*.

Seguindo estes parâmetros e utilizando os blocos citados anteriormente, foi obtido o fluxograma da Figura 30.

Figura 30 - Fluxograma construído a partir dos parâmetros requisitados.



Fonte: Elaboração Própria.

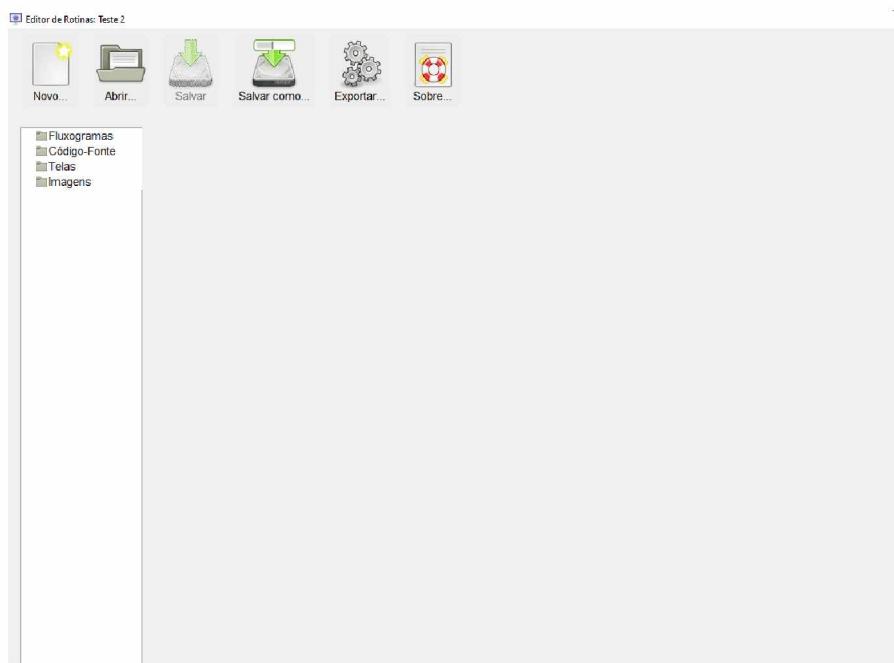
4.3.3 Código Fonte

O último método para quem foi produzir scripts utilizando o editor de rotinas é por codificação, cuja interface se encontra na Figura 31, o *software* possui uma linguagem própria com semelhanças com o C mas adaptado para o português com o intuito de

facilitar o uso dentro da empresa. Além disso, como mencionado anteriormente, existem funções previamente implementadas chamadas de funções *built in* para uma melhor inserção em um meio que não possui programadores.

Além de escrever o código em si, é possível inserir fluxogramas preparados previamente também utilizando o *software*; telas, as quais podem ser altamente personalizadas para a exibição de imagem e texto nos mais diversos formatos, além de proporcionar integração web através do suporte leitura de *HTML*, portanto, pode ser visualizado conteúdo dinâmico, como vídeos de plataformas externas. As telas mencionadas foram utilizadas para a apresentação de perguntas que serão demonstradas posteriormente nesta dissertação, pois estas também dispõem da possibilidade da criação de botões para o usuário ter uma interação maior.

Figura 31 - Interface de construção de código fonte.



Fonte: Elaboração Própria.

Foram desenvolvidos dois *scripts* utilizando este método, um voltado para operadores realizarem todo uma rotina de manobras e outro de uma visita autoguiada demonstrando certos setores da subestação através de vídeos para uma melhor imersão. Ao final da visita foi realizado um questionário para avaliar o quanto o operador obteve de conhecimento.

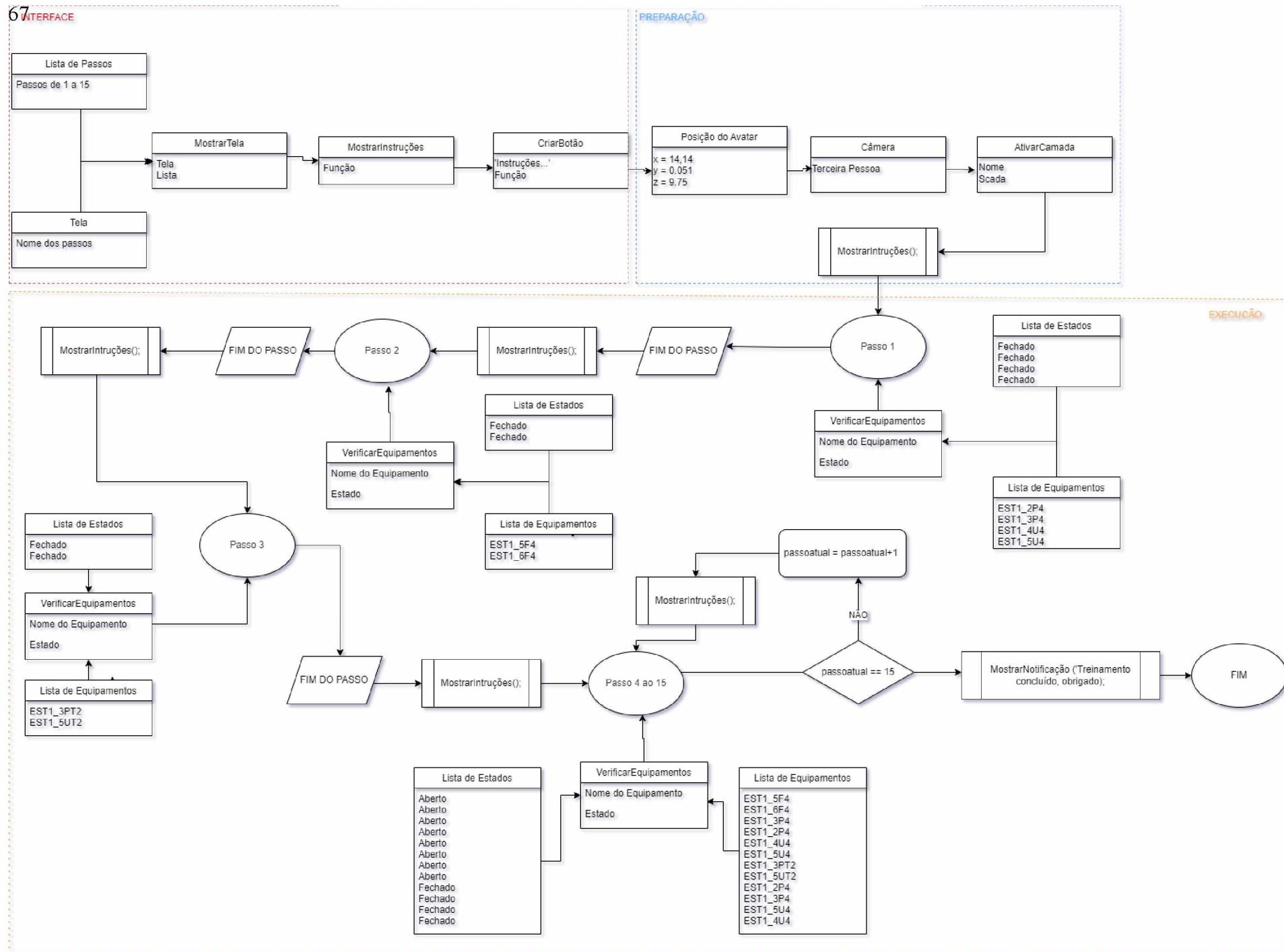
O primeiro *script* da rotina de manobras, foi inicialmente planejado através de uma lista de tarefas que deveriam ser cumpridas, para que fosse de fácil verificação da qualidade da abordagem, com isto foi construída da seguinte forma:

- Verificação de disjuntores desarmados: 2P4, 3P4, 4U4 e 5U4.
- Verificação de estado de disjuntores 5F4 e 6F4.
- Verificação do estado das chaves seccionadoras 3PT2 e 5UT2.
- Realizar abertura do disjuntor 5F4, desligando o reator S22.
- Realizar abertura do disjuntor 6F4, desligando o reator S23.
- Realizar abertura do disjuntor 3P4.
- Realizar abertura do disjuntor 2P4, desligando o autotransformador T2.
- Realizar abertura do disjuntor 4U4.
- Realizar abertura do disjuntor 5U4, desenergizando o autotransformador T2.
- Realizar abertura da chave seccionadora 3PT2.
- Realizar abertura da chave seccionadora 5UT2, isolando o autotransformador T2.
- Realizar o fechamento do disjuntor 2P4.
- Realizar o fechamento do disjuntor 3P4, acoplando o vão de 345 kV.
- Realizar o fechamento do disjuntor 5U4.
- Realizar o fechamento do disjuntor 4U4, acoplando o vão de 500 kV.

Todos estes passos apareceram na forma de uma tela para que os operadores pudessem visualizar o que já foi feito e o que ainda deveria ser realizado, visto que, a mesma possuía uma caixa de marcação, que era demarcada automaticamente de acordo com que a tarefa fosse sendo realizada.

Para a criação do código em si, (seção de apêndice), foi estabelecido um diagrama, observável na Figura 32, de como deveriam ser implementadas as funções para que o código fosse otimizado e pudesse contemplar toda a lista acima além do uso de recursos mais estéticos que proporcionassem uma maior usabilidade pelo usuário.

Figura 32 – Diagrama final da codificação do script de rotina.



Fonte: Elaboração Própria.

Para um melhor entendimento do diagrama, se faz necessário a elucidação da usabilidade de cada uma das funções *built in* citadas acima.

- CriarBotão: Cria um botão na tela com o texto entre aspas e que ao interagir executa a função que foi designada;
- VerificarEquipamentos: Ao operador se aproximar do equipamento designado, ele necessita alterar para o estado que consta na lista;
- MostrarNotificacao: Exibe na tela a notificação com o texto que se encontra entre aspas.

O *script* desenvolvido para visita guiada também seguiu especificações acordadas entre a equipe de desenvolvimento e o cliente, além disto, foram fornecidas pela CEMIG, imagens e vídeos de equipamentos e áreas específicas de uma certa subestação, como a entrada, sala de controle e de equipamentos citados no capítulo 1.

Portanto, com estes insumos foi criada a visita guiada, onde o usuário deve digitar seu nome, irá visualizar inicialmente uma introdução comentada em vídeo sobre a subestação e após deve visitar pontos indicados com setas azuis, para visualizar mais conteúdo sobre aquela área ou equipamento específico. Todos estes vídeos foram alocados na plataforma *Youtube*.

Após visitar todos os pontos de interesse, o usuário terá que responder um questionário com 5 perguntas de assuntos relacionados sobre os pontos, devendo ser salientado que, o questionário foi produzido também em parceria da equipe de pesquisa com a CEMIG.

Para que o processo lógico seguisse e que fosse possível ter uma melhor visualização na hora de criar o código fonte, previamente foi construído uma lista de tarefas a serem cumpridas, onde posteriormente esta foi convertida na codificação que pode ser visualizada nos apêndices.

- Verificar se a subestação está correta;
- Criar tela de instruções e inserção de nomes;
- Criar menu interativo para que o usuário possa visualizar os pontos de interação;
- Criar telas interativas para utilizar os vídeos fornecidos, que são de TCs, TPs;, CS, Para-raios, Bobina Carrier, Indutor e Transformador;
- Destacar os pontos de interação;

- Desencadear as telas conforme o usuário se aproxima do ponto de interação;
- Criar questionário para autoavaliação do usuário que deve ser desencadeado após o fim da exploração dos pontos de interação;
- Exibir a nota obtida pelo usuário;

Abaixo seguem imagens do código já implementado no RVCEMIG, onde é possível verificar a obtenção de êxito em executar todas as descrições citadas na lista anteriormente.

Isso posto, todos os *scripts* foram aprovados pela CEMIG e foram utilizados com os funcionários da empresa em um treinamento realizado pela equipe de desenvolvimento do RVCEMIG.

4.4 FEEDBACK UTILIZANDO KIRKPATRICK MODEL

No primeiro capítulo foram explicitados os conceitos do KirkPatrick *model*, portanto, baseado neste modelo, especificamente nos três primeiros níveis, chamados de Reação, Aprendizagem e Comportamento, foi construído um questionário para avaliar o desempenho do treinamento realizado utilizando os *scripts* acima, para esta construção foram utilizadas todas as referências do modelo citado no mesmo capítulo supracitado, apenas fazendo as devidas adaptações para o estilo de treinamento envolvendo realidade virtual, abaixo é possível visualizar todas as questões que foram elaboradas e o objetivo de avaliação de cada uma:

- 1^a pergunta: Ficou satisfeito com o treinamento?
Objetivo: Observar a avaliação comportamental do participante
- 2^a pergunta: O tempo do treinamento foi adequado?
Objetivo: Observar a avaliação comportamental do participante
- 3^a pergunta: O conteúdo foi satisfatório e cumpriu as expectativas?
Objetivo: Observar a avaliação comportamental do participante
- 4^a pergunta: Você sente que pode aplicar o que aprendeu ao seu trabalho?
Objetivo: Observar a avaliação de aprendizado do participante
- 5^a pergunta: O estilo de treinamento funcionou para você? Considere o ritmo, método de entrega e conteúdo (escala de 1 a 5, onde 1 é o pior resultado e 5, o melhor)
Objetivo: Observar a avaliação comportamental do participante

- 6^a pergunta: O curso estava no nível de proficiência adequado ou era muito fácil / avançado?

Objetivo: Observar a avaliação de aprendizado do participante

- 7^a pergunta: Como você avaliaria seu conhecimento sobre esses conceitos após o treinamento? (escala de 1 a 5, onde 1 é o pior resultado e 5, o melhor)

Objetivo: Observar a avaliação de aprendizado do participante

- 8^a pergunta: Dê uma resposta baseado na comparação que você consegue fazer entre treinamento presencial e treinamento utilizando Realidade Virtual (RV):

Objetivo: Observar a avaliação comportamental do participante

- 9^a pergunta: O treinamento o motivou a aprender mais sobre o assunto?

Objetivo: Observar a avaliação comportamental do participante

- 10^a pergunta: Você recomendaria este treinamento para outras pessoas?

Objetivo: Observar a avaliação comportamental do participante

- 11^a pergunta: Há algum tópico do curso que você não entendeu?

Objetivo: Observar a avaliação de aprendizado do participante

- 12^a pergunta: Se a resposta anterior for sim, cite qual.

Objetivo: Observar a avaliação de aprendizado do participante

Já se utilizando do terceiro nível, chamado de Comportamento, foi feito um questionário de autocrítica da aplicação do treinamento sobre o andamento do mesmo e do que foi possível visualizar durante a sua realização, as questões analisadas foram as seguintes:

- Os *trainees* estão colocando em prática o que foi ensinado?
- Estes seriam capazes de repassar este conhecimento obtido a outros?
- Ocorreu a mudança de comportamento durante o processo?

Todo o treinamento citado acima, foi aplicado a cinco funcionários da CEMIG, os resultados obtidos serão discutidos no próximo capítulo.

5 RESULTADOS OBTIDOS

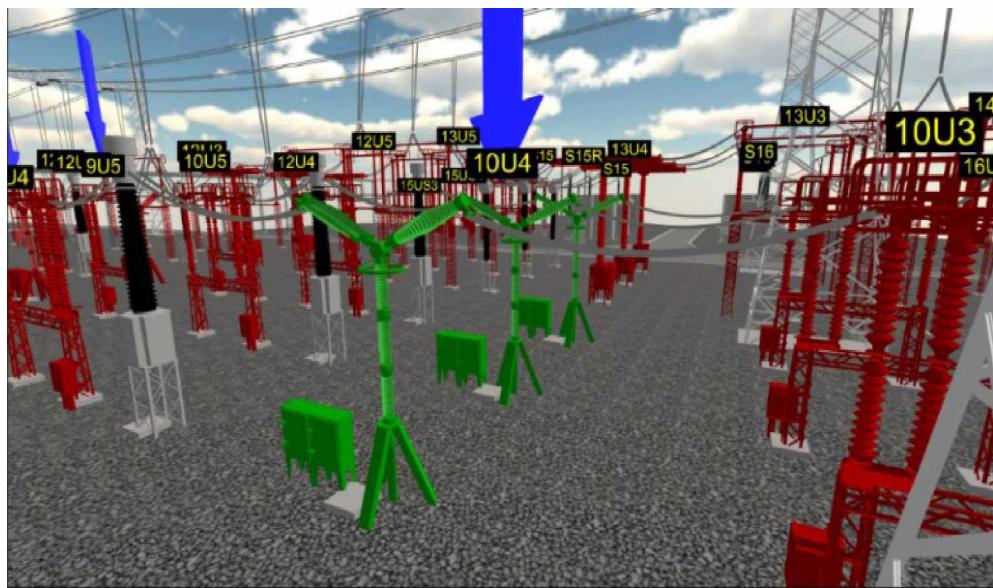
Nesta seção, serão explicitados todos os resultados obtidos a partir da aplicação citada na seção anterior, demonstrando com gráficos, tabelas e figuras a execução dos scripts e do que foi obtido como *feedback* do treinamento.

5.1 SCRIPTS EXECUTADOS

Após toda a construção dos scripts citadas no capítulo anterior foram executados no RVCEMIG e abaixo se encontra imagens da execução dos mesmos retiradas diretamente do *software*:

- Planilha de eventos: Na Figura 33, é possível observar o ambiente virtual de uma subestação no RVCEMIG executando o script da planilha de eventos.

Figura 33 - Execução do script da planilha de eventos.



Fonte: Elaboração Própria.

- Fluxograma: Na Figura 34, a função chamada VerificarEquipamentos está sendo executada conforme foi planejada utilizando a ferramenta de fluxogramas do *software*.

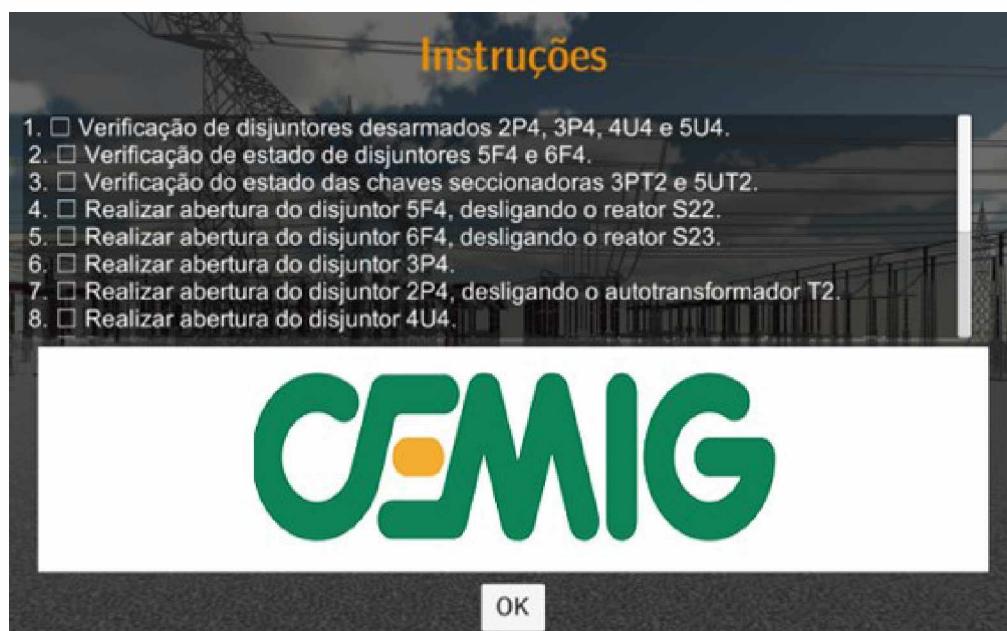
Figura 34 – Ação VerificarEquipamentos em uso como planejado pelo fluxograma.



Fonte: Elaboração Própria.

- Código Fonte: Após a execução do *Script* planejado descrito na seção 4, é possível observar alguns dos passos citados sendo executados da forma esperada em Figura 35, Figura 36 e Figura 37, como a interface de instruções, a interface de navegação com o botão para acessar esta interface e a função VerificarEquipamentos sendo requerida quando o avatar se aproxima do ponto de interesse.

Figura 35 - Interface de instruções executada pelo Script.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 36 - Interface de navegação com o botão do menu de instruções.



Fonte: Elaboração Própria.

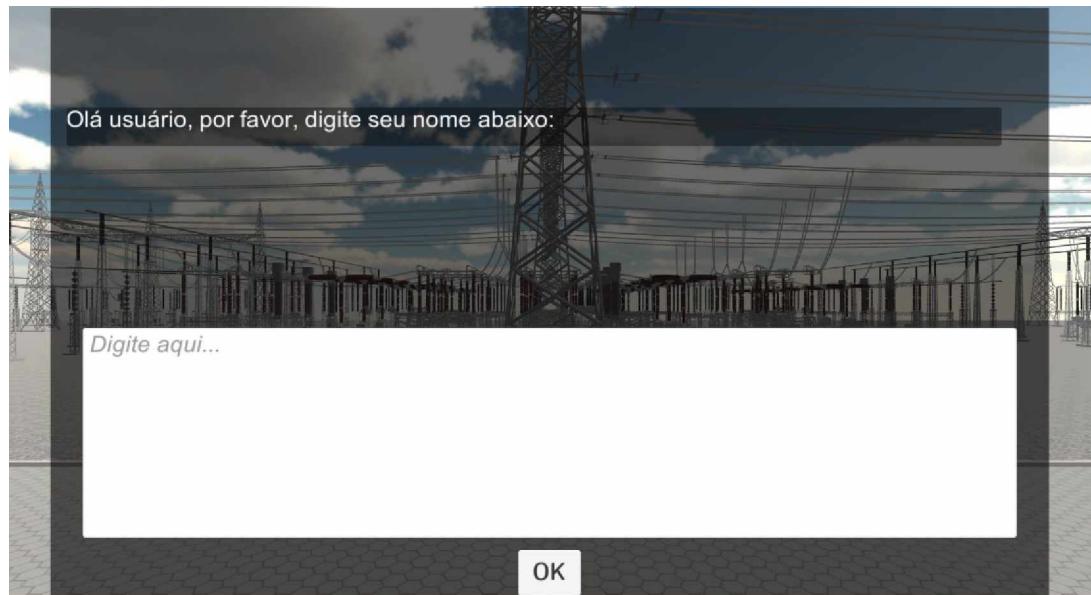
Figura 37 - Função VerificarEquipamentos corretamente executada no ponto de interesse.



Fonte: Elaboração Própria.

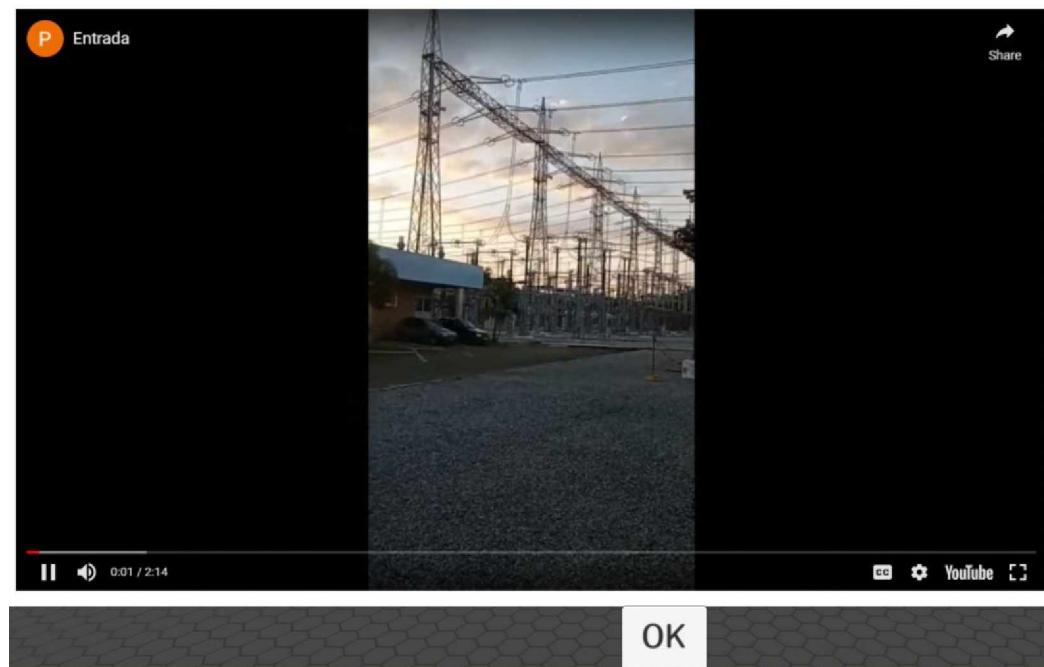
O script da visita autoguiada como foi descrito anteriormente na seção 4, foi construído conforme os requisitos apresentados desta mesma seção, onde nas Figura 38, Figura 39, Figura 40 e Figura 41 é possível observar uma parte deste em execução, demonstrando a tela de inserção de nome, um vídeo inicial de entrada demonstrando aquela subestação sendo executado após a tela de nome, o menu interativo e interface de navegação com os botões do menu e de instruções.

Figura 38 - Tela de inserção de nome do usuário que irá visitar a subestação.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 39 - Vídeo de entrada demonstrando a subestação.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 40 - Menu interativo que possibilita visitar os pontos de interesse.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 41 – Interface de navegação com os botões do Menu e de Instruções.



Fonte: Elaboração Própria.

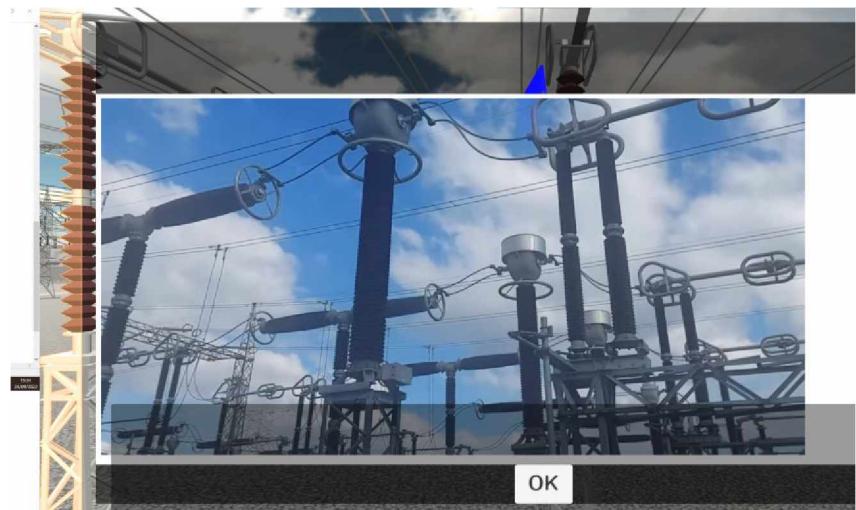
Enquanto isto, na Figura 42, Figura 43, Figura 44 e Figura 45 é possível observar a parte do script que executa a marcação dos pontos que devem ser visitados pelo operador, a interação que acontece quando ele alcança este ponto e por fim, a parte do questionário que o mesmo deve responder e sua nota final obtida segundo este questionário

Figura 42 - Marcação do Ponto de Interação.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 43 - Interação com o ponto de interesse ao se aproximar.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 44 - Questionário realizado ao fim da visita autoguiada.

QUESTÃO 1

A Bobina carrier também chamada de Bobina de bloqueio é de forma simplificada a composição de um elemento inductivo e um elemento capacitivo, ao olhar para o equipamento você consegue nos descrever ou apontar na imagem, qual parte é qual?

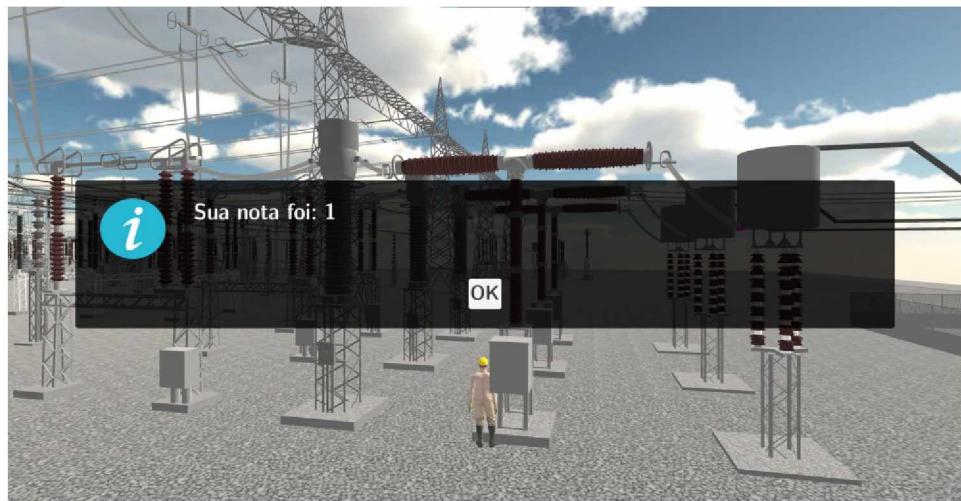
A) Parte metálica externa é o elemento inductivo, três estruturas de porcelana marrom compõe o elemento capacitivo.

B) Elemento interno pequeno cuja imagem 1 mostra é o elemento inductivo e a estrutura externa Imagem 2

A B C D

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 45 - Exibição da nota obtida após o questionário.



Fonte: Elaboração Própria.

Portanto é possível observar que todos os scripts foram executados adequadamente, podendo serem utilizados da forma prevista no treinamento dos participantes.

E ao atentar-se a maneira que os usuários passam pelo treinamento, é observável que todos são auto interativos e que também possibilitam a obtenção de conhecimento técnico dos assuntos abordados nos scripts, aonde o script final da visita autoguiada representa de forma exemplar os dois enfoques do *framework* que eram o objetivo do treinamento, 70 e 10.

5.2 FEEDBACK DO TREINAMENTO

Após os treinamentos citados nos capítulos anteriores e repassar para todos os participantes o formulário de feedback baseado em KirkPatrick *model*, as respostas foram todas representadas na Tabela 2 e nos gráficos encontrados em Figura 46, Figura 47 e Figura 48 para melhor visualização:

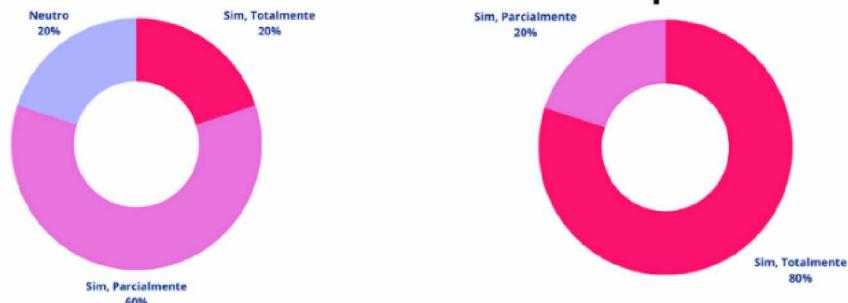
Tabela 2 - Respostas dos participantes envolvidos no treinamento.

PERGUNTAS	RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES				
	P1	P2	P3	P4	P5
1^a PERGUNTA	Sim, parcialmente	Neutro	Sim, totalmente	Sim, parcialmente	Sim, parcialmente
2^a PERGUNTA	Sim, totalmente	Sim, parcialmente	Sim, totalmente	Sim, totalmente	Sim, totalmente
3^a PERGUNTA	Sim, totalmente	Sim, parcialmente	Sim, parcialmente	Sim, parcialmente	Sim, parcialmente
4^a PERGUNTA	Sim	Não	Não	Não	Sim
5^a PERGUNTA	3	4	4	5	4
6^a PERGUNTA	Avançado	Adequado	Avançado	Adequado	Adequado
7^a PERGUNTA	3	4	4	4	4
8^a PERGUNTA	RV deve ser trabalhado em conjunto com o presencial	RV deve ser trabalhado em conjunto com o presencial	RV deve ser trabalhado em conjunto com o presencial	RV deve ser trabalhado em conjunto com o presencial	RV deve ser trabalhado em conjunto com o presencial
9^a PERGUNTA	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
10^a PERGUNTA	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
11^a PERGUNTA	Sim	Não	Não	Não	Não
12^a PERGUNTA	Especificada mais abaixo				

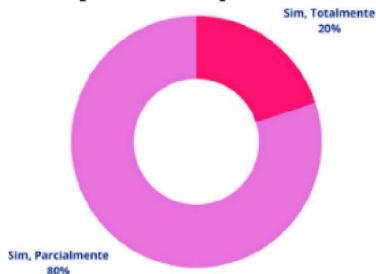
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 46 - Perguntas de 1 a 4 realizadas após o treinamento.

Ficou satisfeito com o treinamento? **O tempo do treinamento foi adequado?**



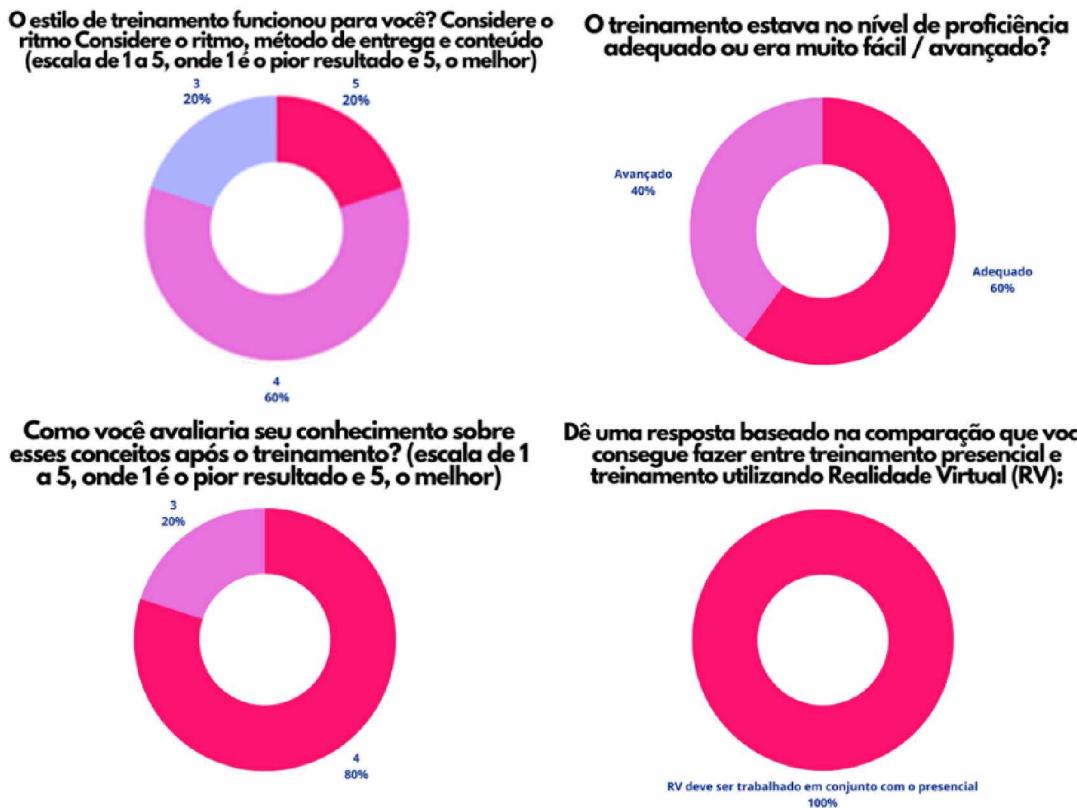
O conteúdo foi satisfatório e cumpriu as expectativas?



Você sente que pode aplicar o que aprendeu ao seu trabalho?

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 47 - Perguntas de 5 a 8 realizadas após o treinamento.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 48 – Perguntas de 9 a 11 realizadas após o treinamento.



Fonte: Elaboração Própria.

Como foi descrito anteriormente a décima segunda pergunta é dependente da décima primeira, como apenas um participante do treinamento respondeu a alternativa não, abaixo segue o que ele descreveu como não entendimento:

“Programação, todo o conteúdo da edição das rotinas demanda um bom conhecimento de linguagem de programação. Assim é necessário aumentar a carga horária para melhor desenvolver essa prática.”

5.3 AUTOAVALIAÇÃO

No capítulo anterior foi descrito que uma parte dos resultados seriam obtidos provenientes de uma autoavaliação baseada no terceiro nível do *KirkPatrick Model*, portanto abaixo segue o que foi avaliado a partir das perguntas construídas:

- Os *trainees* estão colocando em prática o que foi ensinado?

O uso deste modelo também foi levado em conta para a construção em si dos treinamentos, isto é, durante o processo, os *trainees* não usaram os *scripts* prontos, foram treinados para que possam construir os *scripts* como um todo, podendo posteriormente construir novos baseados no conhecimento obtido durante todo o treinamento.

- Estes seriam capazes de repassar este conhecimento obtido a outros?

Tendo em vista que todos foram capazes de executar as tarefas de maneira completa, poderiam sim repassar o conhecimento, contudo, a qualidade deste repasse é algo diretamente ligado a capacidade de ensino intrínseco a pessoa em si, como dito por (ZABALA, 2015), o que exige prática e estudo.

- Ocorreu a mudança de comportamento durante o processo?

No início do treinamento todos tinham extrema dificuldade e estavam com um certo receio de tentarem algo novo que não é prática na empresa, mas conforme foram obtendo sucesso em executar os *scripts* e criarem as suas próprias modificações começaram a interagir mais, tanto de forma direta com a equipe que estavam lhe treinando com entre si para auxiliar um colega de time, algo que foi observado por (KUBO; BOTOMÉ, 2001), onde ele constatou que quando um indivíduo aprende algo novo o seu comportamento altera de maneira extremamente positiva.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Baseado nas respostas obtidas pode-se organizar a discussão dos resultados em quatro pontos essenciais para um entendimento do processo como um todo.

6.1 ATRAÇÃO E O RECEIO DE NOVAS TECNOLOGIAS

Obviamente, novas tecnologias são vistas como uma melhoria para um processo ou produto já existente no mercado, o que atrai sempre olhares de pessoas e empresas que buscam melhorar algo em seu ambiente, mas apesar disto, existe certos vieses que dificultam e geram empecilhos nas horas de sua implementação, como explicitado por (CÂNDIDO; DE ABREU, 2002), onde descreve a importância de um processo bem definido e conciso para obter de forma correta a sinergia entre o indivíduo e a organização de trabalho.

Observando as respostas dadas pelos *trainees*, tanto na quarta como na oitava pergunta, fica claro que sentem certa dificuldade tanto em aplicar aquilo novo que estão vendo e mesmo que seja aplicado no seu ambiente de trabalho, ainda deve ser utilizado com o método tradicional para ser mais bem aproveitado, podendo ser interpretado como uma dificuldade de mudar algo já estabelecido.

Contudo, analisando a perspectiva das respostas da primeira, nona e décima perguntas, é palpável o quanto novas tecnologias despertam interesse e motivam indivíduos a buscarem mostrá-las a pessoas que as desconheçam ou que tiveram baixo acesso a mesma, no caso de (COSTA; PAIVA; KUNZ, 2015) foi demonstrado algo semelhante onde o mesmo discorre sobre o quanto a implementação destas novas tecnologias causam uma motivação e empolgação no ambiente onde são utilizadas.

6.2 FALTA DE CONHECIMENTO TÉCNICO

Utilizando os resultados da sexta, sétima e décima segunda pergunta, principalmente a última devido ao fato do comentário do que não foi entendido ter sido discursivo, algo a ser observado e que deve ter uma atenção maior é a falta do conhecimento técnico do conteúdo que será abordado no treinamento, pois, mesmo que o conteúdo a ser ensinado seja novo, de modo geral, qualquer conhecimento novo exige um conhecimento prévio em alguma área, e este foi um dos problemas encontrados durante a aplicação do treinamento.

O editor possui três métodos de criação de rotinas como foi descrito anteriormente, mas o método mais completo é a utilização de código fonte, mesmo que a linguagem seja o mais claro possível, ter um conhecimento prévio de programação é desejável para utilizar esta parte do editor, portanto ficou claro que, dos três *scripts* abordados, o que mais causou uma dificuldade observável dos *trainees* pela equipe de treinamento foi o código fonte, pois lhes causava estranheza e não era algo do ambiente de trabalho atual dos mesmos.

E como foi dito por (FELIPE, 2015) e (NAVARRO; GERVAI; NAKAYAMA; PRADO, 2016), a dificuldade de aprender algo, seja este completamente novo ou não, implica diretamente no interesse do indivíduo pelo que se está sendo ensinado, mesmo que na sexta pergunta os *trainees* tenham respondido de forma geral que o nível de dificuldade estava correta, um treinamento prévio e básico de programação teria um efeito ainda melhor para este que foi realizado.

6.3 A IMPORTÂNCIA DO FEEDBACK E DE COMO OBTÊ-LO

Em suma, o tópico mais importante a ser discutido, uma vez que todos os outros tópicos só foram possíveis de serem elaborados devido ao feedback obtido, (DE SOUZA; DE SÁ RODRIGUES, 2007) observou que sem a comunicação adequada no ambiente de trabalho, a eficiência tende a cair o que causa uma perca de produtividade, e que a melhor forma de ter essa comunicação, com pontos bem definidos que sejam bem trabalhados com o intuito de melhora, é a utilização do feedback.

Já (IALE, 2010) descreve que um dos casos que mais causam conflitos em organizações é a falta do feedback do que foi e está sendo feito, proporcionando transtorno e desgaste dentro da empresa podendo gerar diversos prejuízos nas mais diversas áreas para a mesma.

Enquanto (MUDUC; MILITAR; AIRES; LOPES *et al.*, 2021) conclui que um feedback bem obtido proporciona vantagens para crescimento pessoal e profissional dos funcionários, mas que, se este for alcançado de forma incorreta e mal embasada pode causar efeitos contrários, podendo ser de extremo prejuízo para o ambiente de trabalho.

Nesse contexto, se utilizar de uma metodologia adequada, já bem estabelecida mercadologicamente é um dos fatores que contribui de forma direta para o crescimento da empresa, pois este proporciona a obtenção de informações necessárias para que possam ser corrigidos erros encontrados durante diversos processos, sejam estes treinamentos ou não, o que gera valor para o ambiente de trabalho, como foi visto no treinamento realizado

descrito nessa dissertação, uma vez que, foi observado através do questionário elaborado baseado em KirkPatrick *Model* que um treinamento prévio de programação poderia gerar resultados ainda melhores.

6.4 COMPARAÇÕES COM ARTIGOS COORELATOS

Sobre a aplicação do *framework* 70-20-10 na área de tecnologia da informação existe um estudo com relevância para o tema citado anteriormente, (HOWARTH; BASIEL, 2022) onde este obteve resultados que levaram a uma conclusão de bastante importância para o tema desta dissertação, pois ao utilizar o modelo de sala 360° em conjunto com o framework para apresentar os temas e para a realização de um seminário online, onde os participantes usaram monitores comuns para essa participação, foi observado que para um melhor aproveitamento deste conjunto algumas alternativas poderiam ser utilizadas em trabalhos futuros, como RA ou RV.

O que corrobora para um dos principais pontos da inserção da RV em experiências sejam educacionais ou de treinamento, a imersão, pois como descrito diversas vezes durante o texto, uma das características que a RV mais desenvolve é esta, portanto quando é realizada esta mescla entre um *framework* para desenvolver treinamentos tendo como apoio à RV, é possível extraír o máximo de ambas, pois é possível desenvolver um treinamento extremamente interativo que é justamente o foco dos 70% do framework.

Como mencionado em seções anteriores uma das aplicações mais relevantes de KirkPatrick em ambientes virtuais foi em (DUARTE; SANTOS; GUIMARÃES JÚNIOR; PECCIN, 2020), onde ao fazer a revisão sistemática dos artigos que se utilizaram de diversas metodologias de ensino na área médica, desde tradicionais à RV e RA, foi realizada uma análise utilizando KirkPatrick *model* dos resultados deste artigos, e foram obtidos resultados como os seguintes:

- Estudo independente e metodologia tradicional: Não foi encontrada nenhuma diferença de entendimento do assunto abordado.
- Estudo com sessões utilizando RA: Os estudantes opinaram que o RA ajudou os mesmos a entender melhor a parte anatômica dos rins e da musculatura.
- Estudo comparando duas turmas, uma com metodologia tradicional e outra com um modelo 3d utilizando RV: Os estudantes que utilizaram o RV tiveram resultados superiores a outra turma.

- Estudo de uma turma, mas com duas aulas diferentes, realizando um questionário pré-aula com RV e outro após a aula: Os estudantes após as aulas com RV demonstrando um entendimento maior do assunto além de se mostrarem mais dispostos e animados com a aula
- Estudo independente, mas utilizando RV: Os estudantes acharam bem mais divertido e atrativo esta metodologia de ensino.

Observando os resultados obtidos pelo mesmo, considerando que o objetivo era diferente, comparar RA, RV e métodos diferentes de intervenção de estudo, o KirkPatrick *model* proporcionou obter resultados do mesmo gênero descrito anteriormente, ou seja, foi possível observar efeitos na parte de aprendizagem, podendo medir o quanto aprenderam sobre o assunto e também na parte comportamental, onde pode ser visto as mudanças comportamentais ao longo do processo de treinamento, corroborando para que os resultados desta dissertação estão dentro do esperado.

6.5 APLICAÇÕES E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

No que tange as possibilidades e limitações do uso conjunto do framework 70-20-10 e Kirkpatrick *Model* em ambientes virtuais deve-se atentar ao fato de que o foi realizado e discutido nesta dissertação, foi feito em um contexto fechado, de uma empresa utilizando o software de sua propriedade e com um público menor, portanto, a realização desses treinamentos ocorria conforme o cronograma disponível da equipe da mesma, limitando a quantidade de treinamentos possíveis a serem realizados.

Além disto, pelo software ser de propriedade da empresa, seu uso em outros locais não era permitido sem autorização prévia, com isto não foram realizadas uma quantidade grande de treinamentos e nem o uso externo em outros ambientes.

Mas isto de forma alguma impossibilita o uso combinado do framework com o modelo de obtenção de feedback para outras ocasiões, como foi demonstrado durante o texto, em momento algum o desenvolvimento metodológico se limitou ao uso necessário do RVCEMIG, portanto o seu uso pode ser bastante diverso.

No ensino tradicional, pode ser utilizado para implantar um estilo que está sendo bastante difundido nos últimos anos, que é a sala de aula invertida, onde os alunos podem utilizar do framework 70-20-10 para a construção e realização de atividades, planejando

todo seu conteúdo durante o estudo em casa, além da combinação com o KirkPatrick *Model* para obter um feedback de como foram recebidas essas atividades realizadas.

De mesmo modo que foi utilizado para treinamento de operadores de subestações de energia elétrica, a combinação poderia contemplar qualquer outro tipo de treinamento em RV, como foi exemplificado anteriormente, projetos como os realizados por (SANTOS; FONSECA, 2013) e (PRASOLOVA-FØRLAND; MOLKA-DANIELSEN; FOMINYKH; LAMB, 2017) poderiam utilizar o conjunto proposto no texto para aperfeiçoar a construção em si do treinamento e a obtenção do feedback para que de alguma forma, retroalimentem o processo e continuem melhorando o trabalho feito.

7 CONCLUSÕES

A pesquisa realizada possibilitou a criação de um treinamento técnico de RV baseado no framework 70-20-10. Todos os scripts utilizados para o treinamento com RV foram desenvolvidos seguindo as lógicas estabelecidas durante os *sprints* realizados com o cliente estabelecendo-se uma abordagem criteriosa e objetiva. Após a conclusão destes treinamentos, um formulário de *feedback* foi construído baseado em uma metodologia mercadologicamente bem-posicionada, o KirkPatrick *model*, que foi repassado para os operadores.

Por meio dos resultados obtidos pelo preenchimento deste *feedback* pode-se concluir que a metodologia avaliada durante o treinamento apoiada por RV, apresenta potenciais aplicações no mercado comercial.

Além disso, a ferramenta utilizada, o RVCEMIG, se mostrou apropriada para a aplicação de treinamentos apoiados por realidade virtual, proporcionando diversos métodos com abordagens distintas que podem ser aplicadas com o intuito de contemplar o maior número de usuários possíveis, demonstrando que o uso de treinamento virtual é eficaz, não necessitando a presença física de quem for realizá-lo,

Durante o treinamento, todo o conhecimento técnico foi repassado para a empresa, para que os mesmos possam construir seus próprios scripts utilizando da mesma metodologia discutida durante o texto.

Portanto, acredita-se que o uso do KirkPatrick *model* para avaliar este tipo de treinamento pode ser utilizado nas mais diversas empresas da área de energia elétrica, e que com o apoio da realidade virtual, pode proporcionar resultados consideráveis para as companhias.

Ademais, o tema teve duas publicações aceitas em revistas, onde uma teve o foco na demonstração da utilidade do uso de realidade virtual em visitas autoguiadas para treinamento, utilizando do Kirkpatrick *Model* para obter o *feedback* e a segunda publicação teve o objetivo de apresentar a combinação dos três temas que tangem essa dissertação, o framework 70-20-10 e o modelo Kirkpatrick, ambos apoiados pela realidade virtual.

Esta dissertação contribuiu para demonstrar qual metodologia de avaliação de treinamento é mais adequada para ambientes virtuais. Além de avaliar o conhecimento adquirido durante o processo, é necessário também avaliar a mudança de comportamento durante este período. Isso é crucial para garantir a imersão em realidade virtual.

Um fator a ser citado para trabalhos futuros, é que a ferramenta pode ser adaptada para *multiplayer*, onde isto tornaria possível uma interação interpessoal entre participantes do treinamento, o que impactaria de forma direta o uso dos scripts de manobras e visita autoguiada, proporcionando uma maior possibilidade de estudo da parte 20% do *framework*, mas isto é laborioso pois é um *software* fechado de uma empresa onde seria necessário um planejamento longo que exigiria um tempo elevado, mas que com o tempo adequado, é possível de ser realizado.

Ademais, para a continuidade do desenvolvimento do tema, com o intuito de validar de forma mais completa e abrangente o uso combinado do KirkPatrick *model* com o framework 70-20-10 ,devem ser realizados novos treinamentos sendo apoiados por outras ferramentas que proporcionem a utilização da RV com objetivo de validar um emprego amplo da metodologia para esta área, sem a necessidade de estar vinculada diretamente a um *software* específico e fechado, devido principalmente ao fato citado anteriormente.

Portanto para criar uma idoneidade maior da metodologia além da utilização de outro *software* a aplicação em outros ambientes também será de extrema importância para criar uma adaptação própria da metodologia voltada exclusivamente para o uso em treinamentos apoiados com RV, como foi demonstrado com o ASUP, que é uma adaptação e mesclagem de outros métodos ágeis, podendo então ser criado uma nova metodologia adaptada, como um KirkPatrick RV *model*.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMSSON, P.; SALO, O.; RONKAINEN, J.; WARSTA, J. Agile software development methods: Review and analysis. **arXiv preprint arXiv:1709.08439**, 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1709.08439>

ALVAREZ-RISCO, A.; DEL-AGUILA-ARCENTALES, S.; ROSEN, M. A.; YÁÑEZ, J. A. Social Cognitive Theory to Assess the Intention to Participate in the Facebook Metaverse by Citizens in Peru during the COVID-19 Pandemic. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, 8, n. 3, p. 142, 2022. <https://doi.org/10.3390/joitmc8030142>

ALDAPIT, E.; SUHARJANA, S. CIPP evaluation model for the coaching program of running athletes. **Psychology, Evaluation, Technology in Educational Research**, 1, n. 2, p. 104-116, 2019. <https://doi.org/10.33292/petier.v1i2.10>

ALI, M. S.; TUFAIL, M.; QAZI, R. Training Evaluation Models: Comparative Analysis. **Research Journal of Social Sciences Economics Review** 3, n. 4, p. 51-63, 2022. <https://doi.org/10.1177/03064220221144909a>

ALVES, M. M.; ANDRÉ, C. F. J. T. R. D. d. T. C. Modelo 70 20 10 e o microlearning: alternativas para problemas modernos na educação corporativa. **TECCOGS, Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 16, 2017. <https://doi.org/10.23925/1984-3585.2017i16p39-53>

AN, M. Y.; KO, K. A.; KANG, E. J. Problems and directions of development through analysis of virtual reality-based education in Korea. **International Journal of Information and Education Technology**, 10, n. 8, p. 552-556, 2020. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.8.1423>

ANDRADE, A. d. L.; DOS SANTOS, M. A. Hydroelectric plants environmental viability: Strategic environmental assessment application in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 52, p. 1413-1423, 2015/12/01/ 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.152>

ARIFOĞLU, U. H. Hava nüveli, çok katmanlı, kademeli reaktörün optimum tasarım algoritması. **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 33, n. 1, p. 189-198, 2018. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.406791>

ARNOLD, A. Current-transformer testing. **Journal of the Institution of Electrical Engineers**, 74, n. 449, p. 424-437, 1934.
<https://doi.org/10.1049/jiee-1.1934.0064>

ASLAN, M.; UYGUN, N. Evaluation of Preschool Curriculum by Stufflebeam's Context, Input, Process and Product (CIPP) Evaluation Model. **Education Science/Egitim ve Bilim**, 44, n. 200, 2019.
<https://doi.org/10.15390/EB.2019.7717>

AZIZ, S.; MAHMOOD, M.; REHMAN, Z. Implementation of CIPP Model for Quality Evaluation at School Level: A Case Study. **Journal of Education Educational Development**, 5, n. 1, p. 189-206, 2018.
<https://doi.org/10.22555/joeed.v5i1.1553>

AZUMA, R.; BAILLOT, Y.; BEHRINGER, R.; FEINER, S. *et al.* Recent advances in augmented reality. **IEEE computer graphics and applications**, 21, n. 6, p. 34-47, 2001.
<https://doi.org/10.1109/38.963459>

BABU, M. U. A.; MOHAN, P., 2022, **Impact of the Metaverse on the Digital Future: People's Perspective**. 1576-1581.
<https://doi.org/10.1109/ICCES54183.2022.9835951>

BAHETI, A.; SESHADRI, S.; KUMAR, A.; SRIMATHVEERAVALLI, G. *et al.*, 2008, **RoSS: Virtual Reality Robotic Surgical Simulator for the da Vinci Surgical System**. 479-480.
<https://doi.org/10.1109/HAPTICS.2008.4479999>

BATES, R. A critical analysis of evaluation practice: the Kirkpatrick model and the principle of beneficence. **Evaluation and Program Planning**, 27, n. 3, p. 341-347, 2004/08/01/ 2004.
<https://doi.org/10.1109/HAPTICS.2008.4479999>

BEECH, B.; LEATHER, P. Workplace violence in the health care sector: A review of staff training and integration of training evaluation models. **Aggression and Violent Behavior**, 11, n. 1, p. 27-43, 2006/01/01/ 2006.
<https://doi.org/10.1016/j.avb.2005.05.004>

BERG, L. P.; VANCE, J. M. Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey. **Virtual Reality**, 21, n. 1, p. 1-17, 2017/03/01 2017.
<https://doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>

BHOOKAN, N. S.; MURDE, M. S.; THAKUR, D. P.; JADHAV, H. B., 2020, **Disaster Survival Training Using Virtual Reality**. 1-4.

<https://doi.org/10.1109/ICCCS49678.2020.9276982>

BILEK, N.; FELDHOFER, A.; MOSER, T., 2021, **Virtual Reality Based Mass Disaster Triage Training for Emergency Medical Services**. 506-507.

<https://doi.org/10.1109/VRW52623.2021.00135>

BLACKMAN, D. A.; JOHNSON, S. J.; BUICK, F.; FAIFUA, D. E. *et al.* The 70: 20: 10 model for learning and development: an effective model for capability development? **Academy of Management Proceedings**, 2016, n. 1, p. 10745, 2016.

<https://doi.org/10.5465/ambpp.2016.10745abstract>

BOGGS, S. A.; CHU, F. y.; FUJIMOTO, N.; KRENICKY, A. *et al.* Disconnect Switch Induced Transients and Trapped Charge in Gas-Insulated Substations. **IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems**, PAS-101, n. 10, p. 3593-3602, 1982.

<https://doi.org/10.1109/TPAS.1982.317032>

BORREGO, A.; LATORRE, J.; LLORÉNS, R.; NOÉ, E. *et al.*, 2015, **Low-cost, room-size, and highly immersive virtual reality system for virtual and mixed reality applications**. 273-277.

<https://doi.org/10.1109/ICVR.2015.7358587>

BORUM, R. Improving the clinical practice of violence risk assessment: Technology, guidelines, and training. **American Psychologist**, 51, n. 9, p. 945, 1996.

<https://doi.org/10.1037/0003-066X.51.9.945>

CAHAPAY, M. Kirkpatrick model: Its limitations as used in higher education evaluation. **International Journal of Assessment Tools in Education**, 8, n. 1, p. 135-144, 2021.

<https://doi.org/10.21449/ijate.856143>

CÂNDIDO, G. A.; DE ABREU, A. F. O processo de implantação de novas tecnologias e a busca da sinergia entre indivíduo e organização. **Revista de Ciências da Administração**, 4, n. 8, p. 1-13, 2002.

<https://doi.org/10.5007/%25x>

CARDOSO, A.; LAMOUNIER, E.; LIMA, G.; OLIVEIRA, L. *et al.*, 2013, **VRCEMIG: A virtual reality system for real time control of electric substations**. 165-166.

<https://doi.org/10.1109/VR.2013.6549414>

CARRUTH, D. W., 2017, **Virtual reality for education and workforce training**. IEEE. 1-6.

<https://doi.org/10.1109/ICETA.2017.8102472>

CARTMEL, J.; BRANNELLY, K.; PHILLIPS, A.; HURST, B. Professional standards for after school hours care in Australia. **Children and Youth Services Review**, 119, p. 105610, 2020/12/01/ 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105610>

CAZAN, A.; BRATU, C.; VARBANESCU, R., 2008, **E-training system for operators, technological engineers and maintenance automation systems, safety and security**. 491-494.

<https://doi.org/10.1109/IWSSIP.2008.4604473>

CHANG, C. Y., 2019, **Study of Improving Teaching Materials for Barrier-free Facility Inspector Training in Taiwan**. 125-128.

<https://doi.org/10.1109/ECICE47484.2019.8942669>

CHEN, B.; ZUO, X., 2020, **The automatic evaluation system of virtual reality simulation system of subsea production**. 12-16.

<https://doi.org/10.1109/IHMSC49165.2020.10082>

CHEN, R.; RAVICHANDAR, R.; PROCTOR, D. Managing the transition to the new agile business and product development model: Lessons from Cisco Systems. **Business Horizons**, 59, n. 6, p. 635-644, 2016/11/01/ 2016.

<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2016.06.005>

CHERNBUMROONG, S.; SUREEPHONG, P.; SUEBSOMBUT, P.; SEKHARI, A., 2022, **Training Evaluation in a Smart Farm using Kirkpatrick Model: A Case Study of Chiang Mai**. 463-466.

<https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCON53731.2022.9720376>

CHOUDHARY, B.; RAKESH, S. K., 2016, **An approach using agile method for software development**. 155-158.

<https://doi.org/10.1109/ICICCS.2016.7542304>

CHUNG, L. Y., 2012, **Virtual Reality in College English Curriculum: Case Study of Integrating Second Life in Freshman English Course**. 250-253.

<https://doi.org/10.1109/WAINA.2012.198>

CLARDY, A. 70-20-10 and the Dominance of Informal Learning: A Fact in Search of Evidence. **Human Resource Development Review**, 17, n. 2, p. 153-178, 2018/06/01 2018.

<https://doi.org/10.1177/1534484318759399>

COHEN, D.; LINDVALL, M.; COSTA, P. DACS State-of-the-Art/Practice Report. Agile Software Development. : Washington DC: Fraunhofer Center Maryland. 2003.

CYRINO, G. F.; BARRETO, C. L.; MATTIOLI, L. R.; CARDOSO, A. *et al.*, 2022, **A Natural and Intuitive Virtual Environment for Monitoring and Control of Electric Power Substations**. IEEE. 1-5.

<https://doi.org/10.23919/CISTI54924.2022.9820187>

DE SOUZA, R. A. R.; DE SÁ RODRIGUES, D. M. A importância do feedback pela percepção de líderes e liderados. 2007.

DETROZ, J. P.; JASINSKI, M. G.; BOSSE, R.; BERLIM, T. L. *et al.*, 2014, **Virtual Reality Evolution in Brazil: A Survey over the Papers in the "Symposium on Virtual and Augmented Reality"**. 210-219.

<https://doi.org/10.1109/SVR.2014.39>

DEY, S.; LEE, S. W., 2022, **Are We Training with The Right Data? Evaluating Collective Confidence in Training Data using Dempster Shafer Theory**. 11-15.

<https://doi.org/10.1145/3510455.3512779>

DHANKHAR, K. J. I. J. o. T.; DEVELOPMENT. Training Effectiveness Evaluation Models. A Comparison. **ResearchGate**, 3, p. 66-73, 2020.

DORRI, S.; AKBARI, M.; DORRI SEDEH, M. Kirkpatrick evaluation model for in-service training on cardiopulmonary resuscitation. **Iran J Nurs Midwifery Res**, 21, n. 5, p. 493-497, Sep-Oct 2016.

<https://doi.org/10.4103/1735-9066.193396>

DUARTE, M. L.; SANTOS, L. R.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; PECCIN, M. S. Learning anatomy by virtual reality and augmented reality. **A scope review**. **Morphologie**, 104, n. 347, p. 254-266, 2020/12/01/ 2020.

<https://doi.org/10.4103/1735-9066.193396>

DUROCHER, D. B., 2010, **Considerations in unit substation design to optimize reliability and electrical workplace safety**. 1-11.

<https://doi.org/10.1109/ESW.2010.6164459>

DYBA, T.; DINGSOYR, T. What Do We Know about Agile Software Development? **IEEE Software**, 26, n. 5, p. 6-9, 2009.

<https://doi.org/10.1109/MS.2009.145>

ERICKSON, J.; LYYTINEN, K.; SIAU, K. Agile modeling, agile software development, and extreme programming: the state of research. **Journal of Database Management (JDM)**, 16, n. 4, p. 88-100, 2005.

<https://doi.org/10.4018/jdm.2005100105>

FADHILAH, M. K.; SURANTHA, N.; ISA, S. M., 2018, **Web-Based Evaluation System Using Kirkpatrick Model for High School Education (A Case Study for Vocational High School in Jakarta)**. 166-171.

<https://doi.org/10.1109/ICIMTech.2018.8528158>

FANIRAN, V. T.; BADRU, A.; AJAYI, N., 2017, **Adopting Scrum as an Agile approach in distributed software development: A review of literature**. 36-40.

<https://doi.org/10.1109/NEXTCOMP.2017.8016173>

FARJAD, S. The Evaluation Effectiveness of Training Courses in University by Kirkpatrick Model (Case Study: Islamshahr University). **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 46, p. 2837-2841, 2012/01/01/ 2012.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.573>

FELIPE, S. M. Dificuldade de aprendizagem. **Maiêutica-Pedagogia**, 1, n. 1, 2015.

FINNEY, T. L. Confirmative evaluation: new CIPP evaluation model. **Journal of Modern Applied Statistical Methods**, 18, n. 2, p. 30, 2020.

<https://doi.org/10.22237/jmasm/1598889893>

FOERST, R.; HEYNER, G.; KANNGIESER, K. W.; WALDMANN, H. Multiterminal Operation of HVDC Converter Stations. **IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems**, PAS-88, n. 7, p. 1042-1052, 1969.

<https://doi.org/10.1109/TPAS.1969.292504>

FORD, J. K. **Improving training effectiveness in work organizations**. Psychology Press, 2014. 1317781228.

<https://doi.org/10.4324/9781315806662>

FOWLER, M.; HIGHSMITH, J. The agile manifesto. **Software development**, 9, n. 8, p. 28-35, 2001.

FRANCK, C. M. HVDC Circuit Breakers: A Review Identifying Future Research Needs. **IEEE Transactions on Power Delivery**, 26, n. 2, p. 998-1007, 2011.

<https://doi.org/10.1109/TPWRD.2010.2095889>

FRANZEN, R. M. An engaged scholarship approach to create and evaluate a leadership development program for students. **Journal of leadership education**, 19, n. 3, 2020.

<https://doi.org/10.12806/V19/I3/A5>

FRIESS, E. Scrum Language Use in a Software Engineering Firm: An Exploratory Study. **IEEE Transactions on Professional Communication**, 62, n. 2, p. 130-147, 2019.

<https://doi.org/10.1109/TPC.2019.2911461>

GAVANKAR, S.; SAWARKAR, S., 2015, **Decision Tree: Review of Techniques for Missing Values at Training, Testing and Compatibility**. 122-126.
<https://doi.org/10.1109/AMIS.2015.29>

GISLER, J.; HOLZWARTH, V.; HIRT, C.; KUNZ, A., 2021, **Work-in-Progress-Enhancing Training in Virtual Reality with Hand Tracking and a Real Tool**. 1-3.
<https://doi.org/10.23919/iLRN52045.2021.9459332>

GREER, D.; HAMON, Y. Agile software development. : Wiley Online Library. 41: 943-944 p. 2011.
<https://doi.org/10.1002/spe.1100>

HAINLEN, L. Training Evaluation: A Summative Task or Active Endeavor? *In: KULHANEK, B. e MANDATO, K. (Ed.). Healthcare Technology Training: An Evidence-based Guide for Improved Quality.* Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 147-168.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-10322-3_12

HANSLO, R.; MNKANDLA, E., 2018, **Scrum Adoption Challenges Detection Model: SACDM**. 949-957.
<https://doi.org/10.15439/2018F270>

HARDING, R. Debate: The 70:20:10 ‘rule’ in learning and development—The mistake of listening to sirens and how to safely navigate around them. **Public Money & Management**, 42, n. 1, p. 6-7, 2022/01/02 2022.
<https://doi.org/10.1080/09540962.2021.1951517>

HIGHSITH, J. A.; HIGHSITH, J. **Agile software development ecosystems**. Addison-Wesley Professional, 2002. 0201760436.

HOJJATI, H.; MEHRALIZADEH, Y. I.; FARHADIRAD, H.; ALOSTANY, S. *et al.* Assessing the effectiveness of training outcome based on Kirkpatrick model: case study. **IJNV**, 2, n. 3, p. 35-42, 2013.

HOSSAIN, E.; BABAR, M. A.; PAIK, H. y., 2009, **Using Scrum in Global Software Development: A Systematic Literature Review**. 175-184.
<https://doi.org/10.1109/ICGSE.2009.25>

HOWARTH, M. S.; BASIEL, A. Production of the 70:20:10 Webinar. *In: MACCALLUM, K. e PARSONS, D. (Ed.). Industry Practices, Processes and Techniques Adopted in Education: Supporting Innovative Teaching and Learning Practice*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 269-286.
https://doi.org/10.1007/978-981-19-3517-6_13

IALE, G. Os benefícios do trabalho em equipe: administrar conflitos e a importância do feedback nas organizações. **Administradores**, 2010.

ISHIBUCHI, H.; MIYAZAKI, A.; KWON, K.; TANAKA, H., 1993, **Learning from incomplete training data with missing values and medical application**. 1871-1874 vol.1872.

JACOBSON, D. A. N.; SWATEK, D. R.; MAZUR, R. W., 1996, **Mitigating potential transformer ferroresonance in a 230 kV converter station**. 269-275.

JAIN, P.; SHARMA, A.; AHUJA, L., 2018, **The Impact of Agile Software Development Process on the Quality of Software Product**. 812-815.

<https://doi.org/10.1109/ICRITO.2018.8748529>

JEONG, Y.; CHOI, S.; RYU, J., 2022, **Work-in-progress—Design of LMS for the Shared Campus in Metaverse Learning Environment**. 1-3.

<https://doi.org/10.23919/iLRN55037.2022.9815909>

JOÃO, D. V.; LODETTI, P. Z.; SANTOS, A. B. d.; MARTINS, M. A. I. *et al.*, 2020, **Virtual Reality Training in Electric Utility Sector - An Underground Application Study Case**. 1-6.

<https://doi.org/10.1109/IETC47856.2020.9249216>

JOHNSON, S. J.; BLACKMAN, D. A.; BUICK, F. J. H. R. D. Q. The 70: 20: 10 framework and the transfer of learning. **Human Resource Development Quarterly**, 29, n. 4, p. 383-402, 2018.

<https://doi.org/10.1002/hrdq.21330>

JÖNSSON, E. Agile Development and User-Centered Design-a case study at Sony Mobile Communications AB. **LUTMDN/TMAT-5168-SE**, 2013.

KIRKPATRICK, J. D.; KIRKPATRICK, W. K. **Kirkpatrick's four levels of training evaluation**. Association for Talent Development, 2016. 1607281023.

KUBO, O. M.; BOTOMÉ, S. P. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. **Interação em Psicologia**, 5, n. 1, 2001.

<https://doi.org/10.5380/psi.v5i1.3321>

KURNIA, R.; FERDIANA, R.; WIBIRAMA, S., 2018, **Software Metrics Classification for Agile Scrum Process: A Literature Review**. 174-179.

<https://doi.org/10.1109/ISRITI.2018.8864244>

LARMUSEAU, C.; SYMEONIDOU, A.; LEERSNIJDER, L. D.; DEMANET, J., 2022, **Work-in-Progress—Stress and Flow Assessment during a Virtual Reality Fire Extinguishing Training**. 1-3.

<https://doi.org/10.23919/iLRN55037.2022.9815892>

LERCHE-JENSEN, S. Fundamentos Internacionais do Scrum Master. Scrum.as, 2019. Disponível em: < <https://www.scrum.as/academy.php?show=5&chapter=5>>. Data de acesso em: 16 de setembro de 2022

LI, T.; YANG, Y.; LIU, Z., 2008, **An Improved Neural Network Algorithm and Its Application on Enterprise Strategic Management Performance Measurement Based on Kirkpatrick Model**. 861-865.

<https://doi.org/10.1109/IITA.2008.168>

LIAO, S.-C.; HSU, S.-Y. Evaluating a continuing medical education program: new world Kirkpatrick model approach. **International Journal of Management, Economics and Social Sciences (IJMESS)**, 8, n. 4, p. 266-279, 2019.

<https://doi.org/10.32327/IJMESS/8.4.2019.17>

LIOU, W.-K.; CHANG, C.-Y., 2018, **Virtual reality classroom applied to science education**. IEEE. 1-4.

<https://doi.org/10.1109/SPIT.2018.8350861>

LIU, Y.; SUN, Q.; TANG, Y.; LI, Y. *et al.*, 2020, **Virtual reality system for industrial training**. 338-339.

<https://doi.org/10.1109/ICVRV51359.2020.00091>

LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; JUÁREZ-RAMÍREZ, R.; HUERTAS, C.; JIMÉNEZ, S. *et al.*, 2016, **Problems in the Adoption of Agile-Scrum Methodologies: A Systematic Literature Review**. 141-148.

<https://doi.org/10.1109/CONISOFT.2016.30>

LORDE, T.; WAITHE, K.; FRANCIS, B. The importance of electrical energy for economic growth in Barbados. **Energy Economics**, 32, n. 6, p. 1411-1420, 2010/11/01/2010.

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.05.011>

MACHIDON, D.; ISTRATE, M.; GUŞĂ, M.; Ș, Ț., 2012, **Lightning protection zones estimation for a power station using the elliptic model**. 225-230.

<https://doi.org/10.1109/ICEPE.2012.6463925>

MANIKANTA, C.; MAMATHA JADAV, V., 2015, **Evaluation of modified PLS regression method to fill the missing values in training dataset**. 1-5.

<https://doi.org/10.1109/SMARTSENS.2015.7873620>

MAHARANI, M. S.; PUTRO, N. H. P. S. Evaluation of TOEFL preparation course program to improve students' test score. **Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan**, 25, n. 1, p. 63-76, 2021.

<https://doi.org/10.21831/pep.v25i1.39375>

MATHUR, A. S., 2015, **Low cost virtual reality for medical training**. 345-346.

<https://doi.org/10.1109/VR.2015.722343>

MATTIOLI, L.R. 2D–3D Spatial Registration for Remote Inspection of Power Substations. 2021. Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

<http://doi.org/10.14393/ufu.te.2021.198>

MILANOV, G.; NJEGUS, A. Analysis of return on investment in different types of agile software development project teams. **Informatica Economica**, 16, n. 4, p. 7, 2012.

MUDUC, S.; MILITAR, A.; AIRES, P. A. A.; LOPES, H. S. C. *et al.* A IMPORTÂNCIA DO FEEDBACK NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO, COMO FORMA DE GERAR VALOR. **Órgãos da PROELIUM**, 2021.

MURODILLAYEVICH, N. F.; ESHPULATOVICH, U. G.; PARDABOYEVICH, J. O., 2019, **Integration of virtual reality and 3D modeling use of environments in education**. IEEE. 1-6.

<https://doi.org/10.1109/ICISCT47635.2019.9011899>

NAJAFI, M.; TOYOSHIBA, L., 2008, **Two Case Studies of User Experience Design and Agile Development**. 531-536.

<https://doi.org/10.1109/Agile.2008.67>

NAMIAN, M.; ALBERT, A.; ZULUAGA, C. M.; JASELSKIS, E. J. Improving hazard-recognition performance and safety training outcomes: integrating strategies for training transfer. **Journal of Construction Engineering and Management**, 142, n. 10, p. 04016048, 2016.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001160](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001160)

NAVARRO, L.; GERVAI, S.; NAKAYAMA, A.; PRADO, A. d. S. A dificuldade de aprendizagem e o fracasso escolar. **Journal of Research in Special Educational Needs**, 16, p. 46-50, 2016.

<https://doi.org/10.1111/1471-3802.12267>

NIELSEN, C. A.-B.; LÖNN, L.; KONGE, L.; TAUDORF, M. Simulation-based virtual-reality patient-specific rehearsal prior to endovascular procedures: A systematic review. **Diagnostics**, 10, n. 7, p. 500, 2020.

<https://doi.org/10.3390/diagnostics10070500>

OWCZAREK, G.; WODZYŃSKI, M.; SZKUDLAREK, J.; JACHOWICZ, M., 2021, **Virtual reality (VR) for laser safety training**. 1-3.
<https://doi.org/10.1109/ICHMS53169.2021.9582623>

PANSINI, A. J. **Electrical distribution engineering**. River Publishers, 2020. 1003151248.
<https://doi.org/10.1201/9781003151241>

PERRON, G. M.; CÔTÉ, R. P.; DUFFY, J. F. Improving environmental awareness training in business. **Journal of Cleaner Production**, 14, n. 6, p. 551-562, 2006/01/01/2006.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.07.006>

PETTERD, R. 70:20:10 based learning ecosystems. **Training & Development**, 43, n. 4, p. 10-11, 2016.
<https://doi.org/10.16926/pto.2016.10.01>

PIETROWSKI, M.; SANWARDEKER, R.; WITKOWSKI, D. J. D. A.; PRACTICES, P. I. A. **Methods for measuring learnig evaluation in the context of e-learning**. 2018. 205 p. 1641133287.

PLAG, I. Productivity. **The handbook of English linguistics**, p. 483-499, 2020.
<https://doi.org/10.1002/9781119540618.ch24>

POPOV, A.; GULTYAEVA, T.; UVAROV, V., 2016, **A comparison of some methods for training hidden Markov models on sequences with missing observations**. 431-435.
<https://doi.org/10.1109/IFOST.2016.7884147>

PRASOLOVA-FØRLAND, E.; MOLKA-DANIELSEN, J.; FOMINYKH, M.; LAMB, K., 2017, **Active learning modules for multi-professional emergency management training in virtual reality**. 461-468.
<https://doi.org/10.1109/TALE.2017.8252380>

RAJESWARAN, P.; KESAVADAS, T.; JANI, P.; KUMAR, P., 2019, **AirwayVR: Virtual Reality Trainer for Endotracheal Intubation-Design Considerations and Challenges**. 1130-1131.
<https://doi.org/10.1109/VR.2019.8798249>

RAO, M. M.; PAUL, M.; JAIN, H. S. Analytical and Experimental Studies on Induced Current Switching by a Fault-Proof Gas Insulated Earthing Switch. 11, n. 5, 2010.
<https://doi.org/10.2202/1553-779X.2562>

REIFER, D. J. How good are agile methods? **IEEE Software**, 19, n. 4, p. 16-18, 2002.

<https://doi.org/10.1109/MS.2002.1020280>

ROBERTS, D. Higher education lectures: from passive to active learning via imagery? **Active Learning in Higher Education**, 20, n. 1, p. 63-77, 2019.

<https://doi.org/10.1177/1469787417731198>

RODRÍGUEZ, F. M., 2017, **Teacher training for the creation of accessible courses at atutor**. 1-8.

<https://doi.org/10.1109/LACLO.2017.8120931>

RUK, S. A.; KHAN, M. F.; KHAN, S. G.; ZIA, S. M., 2019, **A survey on Adopting Agile Software Development: Issues & Its impact on Software Quality**. 1-5.

<https://doi.org/10.1109/ICETAS48360.2019.9117324>

SAKS, A. M.; BURKE, L. A. J. I. J. o. T.; DEVELOPMENT. An investigation into the relationship between training evaluation and the transfer of training. **International Journal of Training and Development**, 16, n. 2, p. 118-127, 2012.

<https://doi.org/10.1111/j.1468-2419.2011.00397.x>

SANTOS, F. G. d.; FONSECA, I. E. d., 2013, **A Training System to Help Professionals in the Electric Sector in Risky Operations**. 264-267.

<https://doi.org/10.1109/SVR.2013.16>

SAUVÉ, L.; VILLARDIER, L.; PROBST, W., 2009, **Designing a Mixed Training Method (Synchronous and Asynchronous) to Be Offered Online for the Development of Skills for Teachers in Training**. 73-76.

<https://doi.org/10.1109/eLmL.2009.11>

SCHMIDT, C. Agile Software Development. In: SCHMIDT, C. (Ed.). **Agile Software Development Teams**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 7-35.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-26057-0>

SHEN, P.; ZHANG, Y.; ZHANG, Y.; LIU, Z., 2008, **Integration of Fuzzy Neural Network Algorithm and Kirkpatrick Model and Its Application on FFPL Performance Measurement**. 624-628.

<https://doi.org/10.1109/IITA.2008.200>

SILVA, C. C.; GOLDMAN, A., 2014, **Agile Methods Adoption on Software Development: A Pilot Review**. 64-65.

<https://doi.org/10.1109/AGILE.2014.14>

SINGH, M.; CHAUHAN, N.; POPLI, R., 2019, **A Framework For Transitioning Of Traditional Software Development Method To Distributed Agile Software Development.** 1-4.

<https://doi.org/10.1109/ICICT46931.2019.8977654>

SMUTNY, P.; BABIUCH, M.; FOLTYNEK, P., 2019, **A review of the virtual reality applications in education and training.** IEEE. 1-4.

<https://doi.org/10.1109/CarpathianCC.2019.8765930>

SONODA, T.; YAMADA, M.; HASEGAWA, K.; HASEGAWA, T. *et al.* Surge Voltage Distribution Test for the Insulation Design at Kihoku Converter Station. 電気学会論文誌. **B**, 電力・エネルギー部門誌, 121, n. 8, p. 942-947, 2001.

https://doi.org/10.1541/ieejpes1990.121.8_942

SPICER, R.; ANGLIN, J.; KRUM, D. M.; LIEW, S. L., 2017, **REINVENT: A low-cost, virtual reality brain-computer interface for severe stroke upper limb motor recovery.** 385-386.

<https://doi.org/10.1109/VR.2017.7892338>

SRIVASTAVA, A.; BHARDWAJ, S.; SARASWAT, S., 2017, **SCRUM model for agile methodology.** 864-869.

<https://doi.org/10.1109/CCAA.2017.8229928>

SRIVASTAVA, V.; WALIA, A. M. An analysis of various training evaluation models. **International Journal of Advance and Innovative Research** 5, n. 4, p. 276-282, 2018.

SUN, D.; LIU, X., 2017, **Driving self-learning system based on the virtual reality.** 2544-2548.

<https://doi.org/10.1109/CompComm.2017.8322994>

SURYAMAN, M.; SARAGIH, Y.; AGATHA, E. S.; MING, C. C. *et al.*, 2020, **Tailoring The Certified of Electric Engineering for Power Plant: Development Training Model by Using 3D VR Simulator Modification for Professional Engineer Case Study of Universitas Singaperbangsa Karawang.** 267-270.

<https://doi.org/10.1109/MECnIT48290.2020.9166674>

TAMKIN, P.; YARNALL, J.; KERRIN, M. **Kirkpatrick and Beyond: A review of models of training evaluation.** Institute for Employment Studies Brighton, England, 2002. 1851843213.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada.** Editora SBC Porto Alegre, 2006. 8576690683.

TORRES-GUERRERO, F.; SANCHEZ, R.; NEIRA-TOVAR, L., 2020, **Virtual Reality Trainer in the Evaluation of International Safety Standards in Fire Situations**. 1-4.
<https://doi.org/10.1109/GMAX49668.2020.9256834>

TRI, H. M.; ALSADOON, A.; PRASAD, P. W. C.; ELCHOUEMI, A., 2016, **Progress of agile movements in Australia: Propose a Universal Dynamic System Development Method (UDSDM) and universal framework**. 282-285.
<https://doi.org/10.1109/IACS.2016.7476065>

VAUGHAN, N.; JOHN, N.; REES, N., 2019, **ParaVR: Paramedic Virtual Reality Training Simulator**. 21-24.
<https://doi.org/10.1109/CW.2019.00012>

WANG, X., 2011, **The Combination of Agile and Lean in Software Development: An Experience Report Analysis**. 1-9.
<https://doi.org/10.1109/AGILE.2011.36>

WANG, Y.; LEE, L.-H.; BRAUD, T.; HUI, P. Re-shaping Post-COVID-19 Teaching and Learning: A Blueprint of Virtual-Physical Blended Classrooms in the Metaverse Era. *arXiv preprint arXiv:2203.09228*, 2022.
<https://doi.org/10.1109/ICDCSW56584.2022.00053>

WANG, Z., 2020, **Comparisons on Scrum Team Pairing Strategies: A multi-agent Simulation**. 224-227.
<https://doi.org/10.1145/3408066.3408087>

XIONG, F.; ZHANG, Y.; LI, T.; LIU, Z., 2008, **Integration of a Novel Neural Network Algorithm and Kirkpatrick Model and Its Application in R&D Performance Evaluation**. 353-356.
<https://doi.org/10.1109/CSSE.2008.423>

XU, Y.; GAO, J. Training Appraisal Value Evaluation Model of Power Grid Enterprises Based on Value Creation. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 598, n. 1, p. 012097, 2020/11/01 2020.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/598/1/012097>

YAMAMOTO, N., 2015a, **New Functions for an Active Learning System to Improve Students Self-Learning and Concentration**. 573-576.
<https://doi.org/10.1109/NBiS.2015.84>

YAMAMOTO, N., 2015b, **Performance Evaluation of an Active Learning System to Improve Students Self-Learning and Concentration**. 497-500.
<https://doi.org/10.1109/BWCCA.2015.84>

YANG, S.; ZHU, Q., 2008, **Research on Manager Training Effectiveness Evaluation Based on Kirkpatrick Model and Fuzzy Neural Network Algorithm**. 1-4.
<https://doi.org/10.1109/WiCom.2008.1714>

YUSUF, M. S. A.; MAN, N.; HARIS, N. B.; ISMAIL, I. A. *et al.* Program Evaluation on Urban Agriculture Malaysia: A Review of Evaluation Studies Using Cipp Evaluation Model Approach. **International Jounal Of Special Education**, 37, n. 3s, 2022.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Penso Editora, 2015. 8584290184.

ZHANG, Y., 2010, **A Novel FNN Algorithm and Its Application in FCC Evaluation Based on Kirkpatrick Model**. 447-450.

APÊNDICE

Código sequência de manobras

```

função MostrarInstruções() {
    MostrarTela('instrucoes.screen', passos);
}

botão = CriarBotao('Instruções...', MostrarInstruções, 0.05, 0.05);

# Inicialização
MudarModoCamera(2);           # visão em terceira pessoa
Teletransportar([14.14, 0.051, 9.75]); # posição inicial do operador
AtivarCamada('nomes');
AtivarCamada('scada');
MostrarInstruções();

distânciaLimite = 4;

# Passo 1
VerificarEquipamentos({
    'EST1_2P4': 'fechado',
    'EST1_3P4': 'fechado',
    'EST1_4U4': 'fechado',
    'EST1_5U4': 'fechado'
}, distânciaLimite);
passos['passo1'] = '☒';
MostrarInstruções();

# Passo 2
VerificarEquipamentos({
    'EST1_5F4': 'fechado',
    'EST1_6F4': 'fechado'
}, distânciaLimite);
passos['passo2'] = '☒';
MostrarInstruções();

# Passo 3
VerificarEquipamentos({
    'EST1_3PT2': 'fechado',
    'EST1_5UT2': 'fechado'
}, distânciaLimite);
passos['passo3'] = '☒';
MostrarInstruções();

# Passos 4...15
manobras = [
    ['EST1_5F4', 'aberto'],
    ['EST1_6F4', 'aberto'],
    ['EST1_3P4', 'aberto'],
    ['EST1_2P4', 'aberto'],
    ['EST1_4U4', 'aberto'],
    ['EST1_5U4', 'aberto'],
    ['EST1_3PT2', 'aberto'],
    ['EST1_5UT2', 'aberto'],
    ['EST1_2P4', 'fechado'],
]

```

```

['EST1_3P4', 'fechado'],
['EST1_5U4', 'fechado'],
['EST1_4U4', 'fechado']
];
passoAtual = 4;
para(manobra em manobras) {
    equipamento = manobra[0];
    estadoDesejado = manobra[1];
    VerificarEquipamentos({equipamento: estadoDesejado}, distânciaLimite);
    passos['passo' + passoAtual] = '';
    passoAtual = passoAtual + 1;
    MostrarInstruções();
}

# Finalização
MostrarNotificacao("Treinamento concluído. Obrigado!");
DestruirBotao(botão);

passos = {
    'passo1': '□',
    'passo2': '□',
    'passo3': '□',
    'passo4': '□',
    'passo5': '□',
    'passo6': '□',
    'passo7': '□',
    'passo8': '□',
    'passo9': '□',
    'passo10': '□',
    'passo11': '□',
    'passo12': '□',
    'passo13': '□',
    'passo14': '□',
    'passo15': '□'
};

```

Código visita autoguiada

```

# Autor: pablo
# Criado em: 17/05/2022 09:31
# Descrição:
AssegurarIgualdade(ObterNomeCena(), 'NEVES1',
    'Este script não foi feito para esta cena.');
nota = 0;
cont = 0;
resposta = MostrarTela('nome.screen');
nome = resposta[1];
MostrarTela('entrada.screen');
cont = 0;
passos = {
    'passo1': '□',
    'passo2': '□',
    'passo3': '□',
    'passo4': '□',
    'passo5': '□'
};

```

```

função MostrarInstruções() {
    MostrarTela('passos.screen', passos);
}
função MostrarMenu() {
    MostrarTela('tela.screen');
}
botão = CriarBotao('Menu', MostrarMenu, 0.05, 0.15);
equipamentos = {
    'NEVES1_9P8': 'chave',
    'NEVES1_11U4': 'disjuntor',
    'NEVES1_4P4': 'disjuntor',
    'NEVES1_70P4': 'disjuntor',
    'RBSUS12': 'indutor'
};
botão = CriarBotao('Instruções...', MostrarInstruções, 0.05, 0.05);
v = 0;
enquanto ( v == 0){
    menu = 0;
    menuu = MostrarTela('tela.screen');
    se (menuu == '1'){
        MostrarTela('telaindutor.screen');
        menuu = 0;
    }
    se (menuu == '2'){
        MostrarTela('teladisjuntor.screen');
        menuu = 0;
    }
    se (menuu == '3'){
        MostrarTela('tela70p4.screen');
        menuu = 0;
    }
    se (menuu == '4'){
        v = 1;
    }
}
MostrarNotificação (nome + ' Vá de encontro as marcações com setas azuis para mais informações!');
pendências = [];
para (equipamento em equipamentos) {
    ListaAdicionar(pendências, equipamento);
    AtivarDestaque(equipamento, [0, 0, 200], 'seta');
}

enquanto(ColeçãoComprimento(pendências) > 0) {
    nomeEquipamento = EsperarAlcanceEquipamentos(pendências, 6);

    se(nomeEquipamento == 'NEVES1_9P8'){
        MostrarTela('telachave.screen');
        DesativarDestaque(nomeEquipamento, 'seta');
        ColeçãoRemoverElemento(pendências, 'NEVES1_9P8');
        passos['passo2'] = '  ';
        MostrarInstruções();
    }

    se(nomeEquipamento == 'NEVES1_11U4'){
        MostrarTela('teladisjuntor.screen');
        DesativarDestaque(nomeEquipamento, 'seta');
        ColeçãoRemoverElemento(pendências, 'NEVES1_11U4');
        passos['passo3'] = '  ';
        MostrarInstruções();
    }
}

```

```

}

se(nomeEquipamento == 'RBSUS12'){
    MostrarTela('telaindutor.screen');
    DesativarDestaque(nomeEquipamento, 'seta');
    ColeçãoRemoverElemento(pendências, 'RBSUS12');
    passos['passo5'] = '✓';
    MostrarInstruções();
}

se(nomeEquipamento == 'NEVES1_70P4'){
    MostrarTela('tela70p4.screen');
    DesativarDestaque(nomeEquipamento, 'seta');
    ColeçãoRemoverElemento(pendências, 'NEVES1_70P4');
    passos['passo1'] = '✓';
    MostrarInstruções();
}

se(nomeEquipamento == 'NEVES1_4P4'){
    MostrarTela('teladisjuntor2.screen');
    DesativarDestaque(nomeEquipamento, 'seta');
    ColeçãoRemoverElemento(pendências, 'NEVES1_4P4');
    passos['passo4'] = '✓';
    MostrarInstruções();
}

se(ColeçãoComprimento(pendências) == 0 ){
    enquanto(cont < 5){
        se (cont == 0){
            resposta1 = MostrarTela('Questao1.screen');
            cont = cont + 1;
            se ( resposta1 == '1'){
                nota = nota + 1;
            }
        }
        se (cont == 1){
            resposta2 = MostrarTela('Questao2.screen');
            cont = cont + 1;
            se ( resposta2 == '1'){
                nota = nota + 1;
            }
        }
        se (cont == 2){
            resposta3 = MostrarTela('Questao3.screen');
            cont = cont + 1;
            se ( resposta3 == '1'){
                nota = nota + 1;
            }
        }
        se (cont == 3){
            resposta4 = MostrarTela('Questao4.screen');
            cont = cont + 1;
            se ( resposta4 == '1'){
                nota = nota + 1;
            }
        }
        se (cont == 4){
            resposta5 = MostrarTela('Questao5.screen');
            cont = cont + 1;
            se ( resposta5 == '1'){
                nota = nota + 1;
            }
        }
    }
}

```

```

}
}
MostrarNotificação(' Sua nota foi: ' + nota);
}

```

Questionário de Feedback

• Ficou satisfeito com o treinamento?

Sim, totalmente
 Sim, parcialmente
 Neutro
 Não, parcialmente
 Não, totalmente

• O tempo do treinamento foi adequado?

Sim, totalmente
 Sim, parcialmente
 Neutro
 Não, parcialmente
 Não, totalmente

• O conteúdo foi satisfatório e cumpriu as expectativas?

Sim, totalmente
 Sim, parcialmente
 Neutro
 Não, parcialmente
 Não, totalmente

• Você sente que pode aplicar o que aprendeu ao seu trabalho?

Sim
 Não

• O estilo de treinamento funcionou para você? Considere o ritmo, método de entrega e conteúdo (escala de 1 a 5, onde 1 é o pior resultado e 5, o melhor)

5
 4
 3
 2
 1

• O curso estava no nível de proficiência adequado ou era muito fácil / avançado?

Muito fácil
 Fácil
 Adequado
 Avançado
 Muito Avançado

• Como você avaliaria seu conhecimento sobre esses conceitos após o treinamento? (escala de 1 a 5, onde 1 é o pior resultado e 5, o melhor)

5

4
3
2
1

- Dê uma resposta baseado na comparação que você consegue fazer entre treinamento presencial e treinamento utilizando Realidade Virtual (RV):

O treinamento em RV consegue suprir o treinamento presencial
O treinamento em RV deve ser trabalhado em conjunto com o presencial
O treinamento em RV não é adequado, portanto apenas o presencial já seria o suficiente

- O treinamento o motivou a aprender mais sobre o assunto?

Sim
Não

- Você recomendaria este treinamento para outras pessoas?

Sim
Não

- Há algum tópico do curso que você não entendeu?

Sim
Não

- Se a resposta anterior for sim, cite qual.