



GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL

ASSISTÊNCIA REMOTA ATRAVÉS DE REALIDADE AUMENTADA PARA O SETOR ELÉTRICO

**PAULA ZENNI LODETTI(1);DIOGO VINICIUS JOAO(1);MARCOS AURELIO IZUMIDA MARTINS(1);LEANDRO TAKESHI HATTORI(2);EDGAR GEREVINI CARVALHO(3);AGUINALDO BISPO DOS SANTOS(4)
FUNDAÇÃO CERTI(1);INDRA COMPANY(2);ENEL DISTRIBUIÇÃO SÃO PAULO(3);INDRA COMPANY BRASIL TECNOLOGIA LTDA(4)**

RESUMO

A força de trabalho das concessionárias de energia representa um elemento fundamental para o funcionamento das cidades. Por isso, aumentar sua eficiência e melhorar seus serviços por meio de tendências tecnológicas, mostra-se uma solução eficaz, tanto para a concessionária quanto para os consumidores e sociedade. Visto que a Realidade Aumentada (RA) está sendo cada vez mais usada para fins industriais e mostrando bons índices de aplicabilidade, estuda-se o potencial desta tecnologia na aplicação em atividades de campo do setor elétrico. Este trabalho tem como objetivo avaliar a aplicabilidade da RA para melhorar a comunicação entre eletricitistas, através de técnicas de Assistência Remota (AR).

PALAVRAS-CHAVE

Assistência Remota, Realidade Aumentada, Setor Elétrico.

1.0 INTRODUÇÃO

A energia elétrica tem se mostrado um bem cada vez mais essencial à população global, e por conta disso, é um setor que possui uma das forças de trabalho mais importantes do mundo. Eles são diretamente responsáveis por manter o pleno funcionamento de cidades e países. Por isso, é imprescindível que este grupo de pessoas esteja totalmente apto e qualificado para lidar com suas tarefas diárias e as situações desafiadoras enfrentadas durante os processos de operação e manutenção dos ativos das redes de energia elétrica. Além da inquestionável importância desta área de trabalho, a maioria das atividades desempenhadas pelos trabalhadores apresenta alto risco (9). Logo, a força de trabalho deve estar sempre muito bem preparada para atribuições desafiadoras, tais como atividades envolvendo alta tensão, altura e espaços confinados.

Com a popularização das tecnologias englobadas nos conceitos de Indústria 4.0, espera-se que as empresas do setor elétrico sigam tais tendências trazidas por esta definição, que tem como objetivo facilitar e trazer benefícios para o setor. Em um estudo desenvolvido pelo governo americano no ano de 2017 (1), foi elencada uma série de desafios a serem enfrentados pelos trabalhadores para atender às necessidades do setor elétrico do século XXI. Neste relatório confirma-se a importância de uma força de trabalho qualificada, com trabalhadores aptos a operar uma infraestrutura de rede modernizada. Dito isto, qualquer método de aprimorar o gerenciamento deste trabalho, e a transmissão de conhecimentos, é válido e deve ser considerada. Assim, a tendência é a crescente utilização de tecnologias com o intuito de auxiliar o trabalho e também facilitar e agilizar a interação entre os trabalhadores.

Dentre as principais tendências de Indústria 4.0, destaca-se a Realidade Aumentada (RA). Ela pode ser definida como um ambiente onde o mundo físico é aprimorado pela adição de objetos virtuais, ou seja, renderizados através de um computador para fazer com que pareçam coexistir na mesma dimensão (campo de visão) (2). Neste sentido, muitas aplicações podem ser consideradas quando se trata de trabalhadores do setor elétrico e aplicações da área de RA. Por exemplo, a Assistência Remota (AR) mostra-se uma área bastante promissora para a aplicação de métodos de RA (3), ainda pouco explorados no cenário brasileiro. A relevância da AR se dá com a necessidade de auxílios urgentes solicitados por equipes de campo a técnicos mais especializados, localizados em locais distantes. Normalmente as dúvidas que requerem a utilização de técnicas AR são problemas fora do padrão, em que uma ligação ou vídeo-chamada pode não ser suficiente para uma explicação clara e eficiente de certas tarefas. Então, a AR tem espaço para evolução nos tópicos relacionados à usabilidade e eficiência.

Por esse motivo, o trabalho desenvolvido apresenta um caso de uso de AR através de RA aplicada com trabalhadores da concessionária brasileira da rede distribuição – Enel São Paulo, avaliando a utilização da tecnologia para esse fim. O sistema base adotado para o projeto é o *Microsoft Teams* e o *Dynamics 365*, com a

ferramenta *Remote Assist*, que realizam integrações com todos os sistemas de comunicação da concessionária. O trabalho também conta com uma análise de custo-benefício da implantação desse sistema para a empresa.

O sistema proposto está inserido no projeto *Urban Futurability* (UF), realizado pela ENEL Distribuição São Paulo. O objetivo principal deste projeto é mostrar os benefícios da digitalização total de uma área urbana em uma megacidade, envolvendo e engajando *stakeholders* locais. Além disso, o projeto também objetiva fornecer melhorias na automação da rede, conectividade, tecnologias de operação em campo e sensores na implementação do conceito de *Network Digital Twin*®, por meio de tecnologias de *smart grid*.

2.0 REALIDADE AUMENTADA

A Realidade Aumentada (RA) é um recurso tecnológico cada vez mais utilizado por empresas de diferentes áreas. É definida como uma combinação de elementos virtuais presentes em um ambiente real, através de um dispositivo com câmera. Apesar de seu conceito ter aparecido na literatura pela primeira vez na década de 1950, foi apenas a partir de 1990 que ela se tornou semelhante ao recurso usado atualmente. Foi nesta época que o *continuum* realidade-virtualidade de Milgram, ver Figura 1, foi desenvolvido.

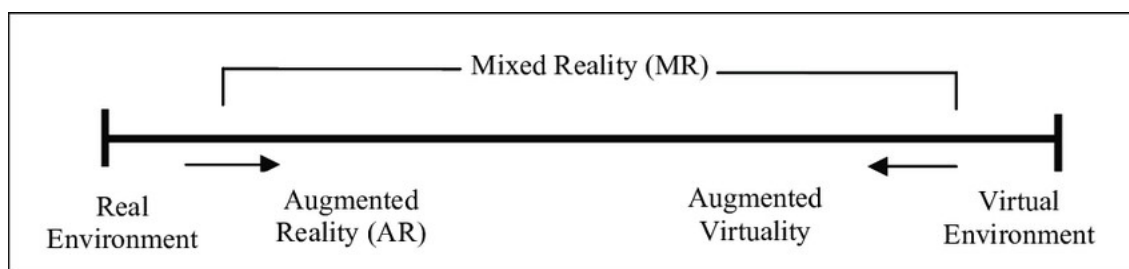


Figura 1 - *Continuum* realidade-virtualidade de Milgram (4)

São muitas as aplicações desse recurso tecnológico nos mais variados setores, destacando-se as áreas de jogos, marketing, medicina e setores da indústria (10). Em relação ao último desta lista, com a chegada da quarta revolução industrial, também conhecida como indústria 4.0, a utilização de técnicas de RA para fins industriais passou a se mostrar uma solução extremamente efetiva para a resolução de desafios presentes em ambientes industriais. Por esse motivo, um considerável número de estudos a respeito de Realidade Aumentada Industrial (RAI) começou a ser desenvolvido e empregado em indústrias como, por exemplo, a de construção naval (5) (6). Estudos também relacionam o uso de RAI para o ensino e capacitação de trabalhadores a respeito de outros métodos utilizados na indústria 4.0 (7), ao passo que a tecnologia RA tem potencial para ser aplicada em ambientes industriais distintos (3).

Para o setor elétrico, um exemplo do uso de RA para auxiliar no trabalho em campo dos técnicos, pode ser analisado em (8). A solução proposta pelos autores serve como um suporte na execução de manutenções de ativos e outras operações desempenhadas pelos trabalhadores do setor. O trabalho consiste em um aplicativo que fornece ao usuário conteúdos digitais, como PDFs, manuais, fotos de ativos e até vídeos de operações em RA.

Ainda no âmbito do setor elétrico, a RAI pode também ser abordada de outras formas e para outras finalidades. Em campo, quando soluções semelhantes à idealizada em (8) não forem suficientes para mitigar as dúvidas do usuário a respeito do ativo, ou então, alguma ocorrência fora do padrão se suceder, surge a necessidade de consultar alguém mais especializado e experiente. Nestes casos, técnicas de RA ainda podem ser aplicadas, mas desta vez com o conceito de Assistência Remota (AR). A AR através de RA pode mitigar as dúvidas do técnico em campo através de uma conversa dinâmica e interativa com um especialista remoto.

3.0 ASSISTÊNCIA REMOTA

Independente do setor em que a indústria está inserida, no cotidiano dos trabalhadores sempre há tarefas que exigem atenção redobrada, e que, qualquer erro cometido, mesmo que pequeno, pode acarretar em consequências indesejadas. Em razão disto, é usual que o funcionário sinta insegurança para a execução deste tipo de tarefas, especialmente quando há a presença de alguma inconsistência ou situação fora do habitual (11). Consequentemente, a tendência é que ele solicite a assistência de alguém mais experiente ou com maior nível de especialização na atividade em questão. Neste caso, a assistência pode ocorrer de diversas formas dependendo de sua natureza, podendo se dar presencialmente, caso o assistente se desloque até o local da atividade. No entanto, essa opção nem sempre é viável, e quando é, pode gerar custos indesejados para a operação. Desta maneira, o ideal é que a assistência ocorra remotamente.

A assistência prestada de maneira remota pode ocorrer através de uma ligação telefônica, mensagens de texto, ou até vídeo-chamadas (12) (13). As duas primeiras formas, podem não proporcionar uma explicação clara e objetiva, visto que não permitem uma descrição interativa das instruções que devem ser realizadas. Estes problemas podem levar a erros no procedimento devido à falta de entendimento (16).

Quando comparada a outras formas de comunicação, a vídeo-chamada apresenta uma série de vantagens, em termos de assistência remota. A principal delas é o compartilhamento da perspectiva em tempo real da

atividade. No entanto, com vídeo-chamada, não é possível uma demonstração visual 100% interativa do que deve ser feito por parte do assistente. Neste cenário é que a abordagem de AR com RA se torna efetiva. A combinação de vídeo-chamadas integradas com desenhos, e anotações virtuais na tela do usuário, pode aumentar consideravelmente a eficiência da instrução que deve ser aplicada.

A AR através de RA se dá da seguinte forma: Com o uso da câmera de dispositivos (smartphone ou óculos de RA), o técnico em campo compartilha seu ponto de vista e mostra o objeto em manutenção para um especialista remoto. Este, por sua vez, analisa a situação e retorna ao técnico, desenhos e instruções que aparecerão virtualmente na tela do seu dispositivo, em sua perspectiva (11). Um esquema deste procedimento está representado na Figura 2.

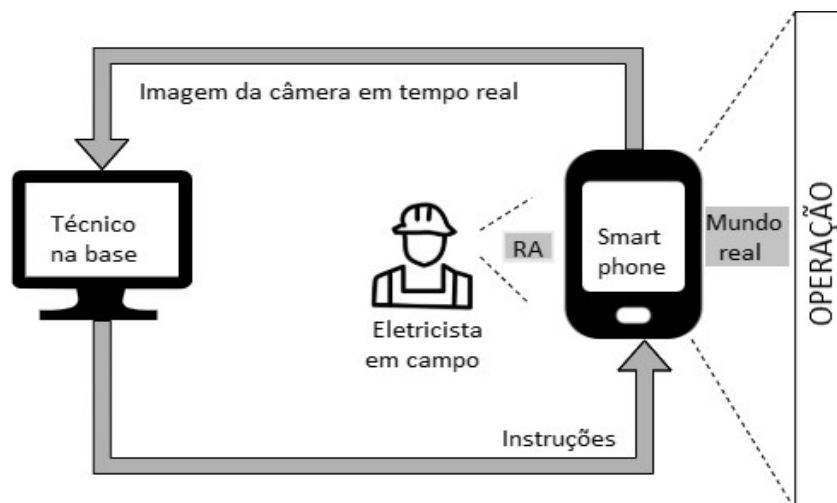


Figura 2 - Esquema de assistência remota

Pode-se esperar, portanto, que o uso de RA para AR melhore qualquer atividade que exija uma explicação visual. Assim, a gama de áreas e setores que utilizam desta tecnologia é enorme, variando da medicina à educação.

No âmbito do setor elétrico, o uso desta técnica possibilita grandes vantagens, especialmente nos trabalhos em campo. Além disso, grande parte das atividades dos trabalhadores do setor apresentam riscos elétricos e requerem mais atenção que as demais. Desta forma, a tecnologia também pode ser utilizada para o monitoramento de aplicações das regras de segurança do trabalho, como verificação de EPIs, verificação de aplicação de bloqueadores, sinalização da área de trabalho, procedimentos de aterramento, entre outros.

4.0 BENEFÍCIOS MAPEADOS

Os principais benefícios proporcionados pela aplicação do uso de AR através de RA em conjunto com dispositivos vestíveis (*smartglasses* ou *smartphone* com suporte) equivalem aos conceitos de *hands free* e *heads up*. O conceito de *hands free*, ou seja, mãos livres, permite ao usuário que ele desenvolva a atividade de maneira simultânea à chamada com o especialista, sem restrição do uso de suas mãos. Além disso, aumenta a segurança da operação uma vez que o operador estará com as mãos livres para agir e reagir de acordo com as adversidades encontradas em campo. Isso ocorre quando o técnico está usando óculos de RA ou então algum tipo de suporte para o smartphone. O conceito de *heads up*, que equivale à cabeça erguida, possibilita que o técnico não fique limitado a olhar, de cabeça baixa, para uma conversa na tela do smartphone. Novamente o aumento da segurança operacional é galgado com a ampla visão periférica que o operador manterá durante a assistência de modo remoto.

Ademais, outro conceito proposto pelo sistema é o *learning by doing* (14). Podendo ser traduzido como “aprendendo enquanto faz”, ele auxilia técnicos que não possuem muita prática em determinada atividade a adquirir experiência no assunto enquanto desempenham a atividade. Assim, treinamentos com profissionais qualificados em locais distintos poderiam ser viabilizados. Sem a necessidade de deslocamento dos mesmos.

Por fim, com a aplicação da tecnologia é prevista uma diminuição de tempo para resolução de manutenção e/ou reparo. Ou seja, com o atendimento remoto do engenheiro, técnico ou supervisor, evita-se o deslocamento do profissional. Com isso, a satisfação do consumidor pela solução da ocorrência com maior agilidade tende a aumentar, de maneira a contribuir com o indicador regulado pela ANEEL.

5.0 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

Com a popularização do uso de assistência remota para fins industriais, e com o aumento da procura por essa tecnologia, uma grande variedade de sistemas e aplicativos começou a ser desenvolvida para este propósito. Da mesma forma, empresas e *startups* especializadas em sistemas de assistência remota, através de RA,

começaram a surgir. Para o projeto exposto neste trabalho, o sistema escolhido foi o *software Teams*. Este *software* equivale a uma plataforma de comunicação e colaboração corporativa da *Microsoft*. Foi lançado em 2016 e possui recursos de videochamada e compartilhamento de tela, facilitando o trabalho em conjunto remotamente. A plataforma *Teams* é um dos aplicativos de chat interno mais difundido no meio empresarial (15). Além disso, essa tecnologia é utilizada por padrão pelos funcionários da empresa no qual os experimentos serão desenvolvidos. A integração do *Teams* com outro sistema da *Microsoft* utilizando o *Dynamics 365* irá suportar os testes com o AR através da RA.

A integração dos sistemas fornece uma plataforma colaborativa eficiente, através do compartilhamento de arquivos e envio de informações importantes por *chat*. É uma combinação de soluções de *Enterprise Resource Planning* (ERP) e *Customer Relationship Management* (CRM) (15). Sendo a primeira solução, o módulo que mais se adequa com o escopo desse projeto, já que é focado nos trabalhos da empresa, enquanto a outra foca nos clientes.

Na visão geral da *Microsoft* do aplicativo *Dynamics 365 for Teams*, a empresa reforça as qualidades que essa integração fornece, indicando que ela permite que um grupo de negócios trabalhe facilmente com as informações do cliente do *Dynamics 365* e compartilhe arquivos diretamente do *Teams* (15). Essas funcionalidades agregam benefícios em termos de produtividade, e auxiliam no desenvolvimento de atividades com mais rapidez em comparação a um telefonema ou em relação ao deslocamento de especialistas. Sendo assim, representa um conjunto de características muito desejável para um sistema de colaboração remota.

Dentre todas as ferramentas que o *Dynamics 365* oferece, a de maior destaque para o projeto é a ferramenta *Remote Assist*. É com ela que a interação entre os técnicos em campo irá ocorrer. O *Remote Assist* permite que os usuários compartilhem sua visão em tempo real com especialistas em locais remotos para obter a ajuda necessária (15). Além disso, com esta ferramenta é possível desenhar instruções, que aparecerão virtualmente na tela do usuário. Uma foto da aplicação sendo testada apresenta-se na Figura 3.



Figura 3 - Registro de uso do *Remote Assist*

6.0 ANÁLISE DE CUSTO BENEFÍCIO

Mediante a implantação do serviço de AR por meio de RA, o trabalho aqui apresentado propõe uma mudança no processo de assistências prestadas remotamente no setor elétrico. Da proposta deste novo processo, estudos de custo benefício foram realizados na fase inicial do projeto, trazendo comprovação e vantagens em seu uso para a concessionária por meio de resultados positivos.

Como base de estudos, foram buscadas referências de implantação da tecnologia em outros setores similares, as empresas *ThyssenKrupp* e a *Enel Itália*. A primeira reduziu em quatro vezes o tempo de resposta às ocorrências depois da adoção de sistemas de AR através de RA. No caso da *Enel Itália* contabilizou-se um ganho de 90.000 horas na instalação de Medidores Eletrônicos em todas as concessões, através do uso de óculos de realidade aumentada para fins de AR.

Um levantamento com a área de negócio de operação e manutenção (O&M) da empresa Enel São Paulo (SP) foram levantados os benefícios esperados pela adoção desta tecnologia. Os benefícios estabelecidos pela área de O&M operação são apresentados abaixo.

- 1) Redução de risco para engenheiros que vão a campo para auxiliar os técnicos que realizam atividades de instalação de novos equipamentos;
- 2) Redução do número de visitas de supervisores para fiscalização de serviços de emergência.

Estes benefícios apresentam uma grande vantagem para a empresa em termos de necessidade de pagamento de adicionais de periculosidade, além da diminuição do tempo de deslocamento. Isto porque, quando há a necessidade de um profissional se deslocar para o campo no cenário de periculosidade que envolve a rede de distribuição elétrica, por lei, ele deve receber um este valor adicional devido a riscos de eletricidade.

Este valor equivale a 30% do salário de um profissional do setor. Com isso, levando em conta o salário médio de um profissional desta área, a redução dos gastos com o adicional para engenheiros, que não precisarão ir a campo para prestar assistência, resulta em um valor equivalente ao salário de um profissional por mês, chegando a quase 16 por ano.

Levando em conta que, para a área de aplicação da solução, são realizadas cerca de 4.600 visitas supervisionadas por ano e o tempo médio de cada atendimento é de 382 minutos, a redução de custos para a empresa seria de cerca de 30 salários por ano, tendo em vista que a tecnologia de assistência remota reduz em 5% o tempo total de chamadas dos supervisores.

A outra situação analisada equivale às inspeções de segurança realizadas mensalmente por 260 colaboradores de diferentes cargos. Estima-se que 2.512 fiscalizações sejam feitas mensalmente. O tempo considerado para cálculo foi de 30 minutos, que representa o tempo mínimo para cada levantamento. Considerando o valor salarial de cada cargo analisado, a economia anual proporcionada pela tecnologia para os casos de visitas de inspeção é de cerca de 20 salários de um profissional por ano, considerando uma redução de 5% no tempo de supervisão.

Outro benefício levantado pelas equipes, que não foi medido monetariamente, está relacionado à capacitação dos técnicos. Esses treinamentos, antes realizados pessoalmente em campo, tiveram que ser interrompidos devido ao isolamento social causado pela COVID-19. Com a possibilidade de fazê-los remotamente, a empresa evita uma lacuna na transmissão de conhecimentos e oferece o treinamento necessário para as atividades essenciais da concessionária.

O custo de investimento considerado foi a aquisição de dois modelos de smartglass para RA, o *Hololens 2* e o *Trimble XR10*, ambos representam o estado da arte em termos de realidade mista atualmente. Também, foi considerada a compra das licenças da plataforma *Dynamics 365* por um ano. O número de licenças adquiridas foi de 238.

Tendo em vista todos os benefícios e cálculos apresentados, em conjunto com o valor investido para o projeto, pode-se calcular o retorno financeiro da solução. O resultado apurado foi um valor de 25% de retorno. Este valor comprova, portanto, a viabilidade da adoção do sistema de realidade aumentada para atendimento remoto na concessionária.

7.0 CONCLUSÃO

Os conceitos de assistência remota descritos no artigo, em conjunto com a plataforma *Teams* agregada ao *Dynamics 365* e suas funcionalidades, se mostram bastante aplicáveis e possuem grande potencial de usabilidade para atividades do setor elétrico. A adoção desta tecnologia representa uma significativa mudança para os procedimentos de assistências a atividades desempenhadas pelos trabalhadores do setor, especialmente aos trabalhos em campo. Por meio da análise de custo benefício apresentada, ficam comprovadas as vantagens de economia de tempo e dinheiro, e como o processo se torna mais ágil, através de uma taxa de retorno calculada de 25%. Tudo isso, através da aplicação de técnicas de uma das tecnologias recentes de maior destaque para fins industriais, a realidade aumentada. Com os benefícios elencados durante o artigo, o aplicativo pode contribuir significativamente para melhorar a qualificação dos técnicos. Assim, o sistema de assistência remota por meio de realidade aumentada apresentado acaba sendo mais uma ferramenta para tornar a força de trabalho cada vez mais tecnológica, inovadora segura e atualizada às tendências do setor.

8.0 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do setor elétrico, regulamentado pela ANEEL e pela Enel Distribuição São Paulo, pelo apoio financeiro ao projeto. Este trabalho está relacionado ao projeto "Rede Inteligente Subterrânea" sob PD-0390-1080 / 2017 ANEEL.

9.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) USA ENERGY GOVERNMENT. Quadrennial Energy Review Transforming the Nation's Electricity System: The Second Installment of the QER; Department of Energy, USA.

- (2) PASTOOR, S., CONOMIS, C. Mixed Reality Displays.
- (3) Alavikia, Z., Shabro, M. Pragmatic Industrial Augmented Reality in Electric Power Industry. Irã.
- (4) MILGRAM, P., AND KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays.
- (5) BLANCO-NOVOA, O., FERNANDEZ-CARAM, T. M., FRAGA-LAMAS, P., VILAR-MONTESINOS, M. A. A Practical Evaluation of Commercial Industrial Augmented Reality Systems in an Industry 4.0 Shipyard. IEEE.
- (6) FRAGA-LAMAS, P., FERNANDEZ-CARAM, T. M., BLANCO-NOVOA, O., VILAR-MONTESINOS, M. A. A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the Industry 4.0 Shipyard.
- (7) AMICI, T. T., FILHO, P. H. & CAMPO, A. B. Augmented Reality Applied to a Wireless Power Measurement System of an Industrial 4.0 Advanced Manufacturing Line. IEEE. Brasil
- (8) JOÃO, D. V., LODETTI, P. Z., MARTINS, M. A. I. & ALMEIDA, J. F. B. Virtual and Augmented Reality Applied in Power Electric Utilities for Human Interface Improvement – A Study Case for Best Practices. IEEE. USA.
- (9) PIERDICCA, R., PRIST, M., MONTERIÙ, A., FRONTONI, E., CIARAPICA, F., BEVILACQUA, M., & MAZZUTO, G. Augmented reality smart glasses in the workplace: Safety and security in the fourth industrial revolution era.
- (10) PALMARINI, R., ERKOYUNCU, J. A., ROY, R., & TORABMOSTAEDI, H. A systematic review of augmented reality applications in maintenance. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing.
- (11) WOLFARTSBERGER, J., ZENISEK, J., & WILD, N. Data-driven maintenance: Combining predictive maintenance and mixed reality-supported remote assistance.
- (12) LANCIONI, G. E., SINGH, N. N., O'REILLY, M. F., SIGAFOOS, J., ALBERTI, G., PERILLI, V. & TURI, C. A tablet-based program to enable people with intellectual and other disabilities to access leisure activities and video calls. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology.
- (13) SOM, A., PATEL, K., SINK, E., PETERS, R. M., JAVAHERIAN, K., GROENENDYK, J. & ROSS, W. A novel patient engagement platform using accessible text messages and calls (Epharmix): feasibility study. JMIR formative research.
- (14) FARRELL, W. A. Learning becomes doing: Applying augmented and virtual reality to improve performance. Performance Improvement.
- (15) MICROSOFT CORPORATION. Remote Assist | Microsoft Dynamics 365. Acessado em 3 de Agosto, 2021 em <https://dynamics.microsoft.com/en-us/mixed-reality/remote-assist/>
- (16) OBERMAIR, F., ALTHALER, J., SEILER, U., ZEILINGER, P., LECHNER, A., PFAFFENEDER, L., & WOLFARTSBERGER, J. Maintenance with augmented reality remote support in comparison to paper-based instructions: Experiment and analysis. IEEE.

DADOS BIOGRÁFICOS



Estudante de engenharia elétrica no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Foi estagiária no Grupo de Eficiência Energética do IFSC e fez parte do grupo de pesquisa GESE (Grupo de Estudos de Sistemas de Energia) em 2017. Foi estagiária no Instituto Superior de Engenharia do Porto do IPP (Instituto Politécnico do Porto) no projeto de especificação e desenvolvimento de laboratório remoto para ensino do transdutor LVDT em 2018. Foi estagiária no Centro de Energia Sustentável (CES) da Fundação CERTI, de abril de 2019 até março de 2021. Atualmente, atua como pesquisadora no CES da CERTI em projetos de P&D

- | | | | |
|-----|-------|----------|------|
| (2) | DIOGO | VINICIUS | JOAO |
|-----|-------|----------|------|
- Graduado em Engenharia Elétrica, Mestre em Sistemas de Proteção de Microrredes pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Atuou em projetos de pesquisas nas áreas de eletromagnetismo, manutenção preditiva de geradores em termelétricas, e segurança da operação da rede elétrica. Atualmente, atua como pesquisador no centro de pesquisa Fundação CERTI, coordenando projetos de inovação em sistemas proteção da rede de distribuição, digitalização da rede elétrica, segurança das equipes de trabalho do setor elétrico e digitalização de

processos operacionais de campo.

(3) **MARCOS AURELIO IZUMIDA MARTINS**
Possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Atuou como engenheiro projetista da empresa Reivax - Automação e Controle. Atuou também como coordenador técnico na empresa Toshiba Infraestrutura America do Sul Ltda. Atualmente é gerente técnico na Fundação CERTI, responsável pelo gerenciamento dos projetos de implantação de redes elétricas inteligentes e mobilidade elétrica para diversas distribuidoras de energia elétrica no Brasil, através do programa de P&D ANEEL. Outras atividades realizadas nos últimos anos foram dedicadas a capacitação técnica nas áreas de energia solar fotovoltaica, redes elétricas inteligentes e gestão ágil de projetos.

(4) **LEANDRO TAKESHI HATTORI**
Degree in Analysis and Systems Development Technology from the Federal Technological University of Paraná (2013), where he received the "Outstanding Student" award from the Brazilian Computer Society. Master in Computer Engineering (2016) from the Graduate Program in Electrical and Computer Engineering at UTFPR-CT, Laboratory of Bioinformatics, and Computational Intelligence (LABIC). He is a founding partner of the Brazilian Association of Computational Intelligence (ABRICOM). Ph.D. degree in the CPGEI-UTFPR program at LABIC in the Deep Learning area. He is a Project Leader and Data Scientist at Indra Company managing new technologies initiatives (smart grid, digital twin, and industry 4.0).

(5) **EDGAR GEREVINI CARVALHO**
Graduado em Engenharia de Produção, certificações em ISSO 55001, Scrum Master e Agile. Mais de 13 anos de experiência no ramo de Energia, atuando com gestão de processos e pessoas, melhoria de processos e indicadores. Responsável pela implementação de novos projetos para melhorias de KPIs e mentoria de empresas prestadoras de serviços para empresa de Distribuição de Energia. Ministro treinamento sobre implementação das novas tecnologias, palestras orientativas sobre riscos da rede de distribuição de energia. Atualmente, atuo como PO de projetos de inovação e novas tecnologias, cujo objetivo é adaptar os processos de acordo com a Indústria 4.0.

(6) **AGUINALDO BISPO DOS SANTOS**
Consultor de novas tecnologias, com 2 anos de experiência em tecnologias de Realidade aumentada, Realidade Virtual, Inteligência artificial, entre outras. Reconhecido por assessoria em necessidades operacionais e desenvolvimento de soluções para poupar custos, desenvolver lucro e direcionar a satisfação dos consumidores, além de otimização da força de trabalho. Engenhoso e bem organizado, com excelentes competências em liderança e desenvolvimento de equipes.