

Tecnologia Assistiva: Um Relato de Experiência com Ênfase na Utilização de Ferramentas Colaborativas

Roberto P. do Nascimento
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre – RS – Brasil
robertotpd@gmail.com

Josivan R. Reis
Universidade Federal do Oeste
do Pará (UFOPA)
Oriximiná – PA – Brasil
josivanreis@gmail.com

Arthur S. Araújo
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre – RS – Brasil
arthuraraujoaraujo1@gmail.com

Renato V. B. Henriques
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre – RS – Brasil
renatobayan@gmail.com

Dante A. C. Barone
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre – RS – Brasil
barone@inf.ufrgs.br

ABSTRACT

This experience report describes the implementation of assistive home automation solutions with a focus on fan automation. Based on a qualitative case study approach, we highlight the importance of multidisciplinary collaboration, the use of agile methodologies, and the practical application of research. To achieve our goals, we use innovative approaches including collaborative learning and design science research. Team collaboration, even in geographically dispersed locations, was facilitated by tools such as Google Meet and WhatsApp, and the eduScrum methodology ensured effective project management. The main objective of this initiative was to improve thermal comfort and accessibility in residential environments, with a particular focus on improving the quality of life for people with special needs. The work aimed to promote innovation in assistive home automation, making spaces more inclusive and comfortable for everyone.

RESUMO

Este relato de experiência descreve a implementação de soluções de domótica assistiva, concentrando-se na automação de ventiladores. Baseado em uma abordagem qualitativa por meio de estudo de caso, destacamos a importância da colaboração multidisciplinar, o uso de metodologias ágeis e a aplicação prática da pesquisa. Para atingir nossos objetivos, empregamos abordagens inovadoras, incluindo Aprendizagem Colaborativa e Design Science Research. A colaboração em equipe, mesmo em locais geograficamente dispersos, foi facilitada por ferramentas como Google Meet e WhatsApp, e a metodologia eduScrum garantiu uma gestão eficaz do projeto.

O principal objetivo desta iniciativa foi melhorar o conforto térmico e a acessibilidade em ambientes residenciais, com um foco especial na melhoria da qualidade de vida das pessoas com necessidades especiais. O trabalho buscou promover a inovação em domótica assistiva, tornando os espaços mais inclusivos e confortáveis para todos.

Author Keywords

Ferramentas colaborativas; Tecnologia assistiva; Metodologia ágil.

CCS Concepts

•Human-centered computing → Collaborative and social computing systems and tools;

INTRODUÇÃO

A tecnologia assistiva, ao longo dos anos, tem se revelado uma área em constante evolução, almejando o aprimoramento da autonomia e da qualidade de vida para pessoas com diversas necessidades específicas. Este relato de experiência tem como foco o desenvolvimento de artefatos tecnológicos direcionados à domótica, destacando a adoção de abordagens inovadoras e estratégias colaborativas como elementos-chave para a criação de soluções eficazes e acessíveis.

Com isso, encontra-se a estratégia de aprendizagem colaborativa, que se fundamenta em um ambiente de cooperação e compartilhamento de conhecimento entre diferentes profissionais. Como uma das forças propulsoras deste trabalho, a aprendizagem colaborativa se fortalece através da incorporação de diversas ferramentas de colaboração, ampliando, assim, as possibilidades de interação e troca de informações entre os envolvidos.

Adicionalmente, o emprego da metodologia ágil emerge como um elemento integrante essencial no processo de desenvolvimento, permitindo uma adaptação ágil às mudanças e desafios que naturalmente surgem durante a jornada do projeto. A abordagem *Design Science Research* (DSR) também desempenha

um papel de destaque, orientando a pesquisa na direção da criação de soluções práticas e tangíveis, sempre com o foco na resolução de problemas reais enfrentados pelas pessoas com necessidades especiais.

Um dos pontos de destaque deste relato de experiência é a condução de um estudo de caso específico, concentrado na construção de artefatos de baixo custo. O objetivo central deste estudo de caso foi automatizar o controle do acionamento (ligar/desligar), da velocidade e do sistema de oscilação lateral de um ventilador. Além de promover práticas educacionais de aprendizagem colaborativa e de estímulo ao desenvolvimento de artefatos tecnológicos voltados para tecnologia assistiva, para isso, foi proposto um projeto colaborativo apoiado por metodologias e ferramentas de colaboração.

Esta abordagem prática e concreta tem como finalidade principal demonstrar a aplicabilidade concreta da estratégia colaborativa e das ferramentas utilizadas. Os objetivos específicos deste relato de experiência são:

- Realizar o desenvolvimento colaborativo de artefatos de domótica assistiva, por meio de ferramentas de colaboração;
- Implementar a abordagem Scrum adaptada ao contexto educacional (eduScrum) como metodologia de gerenciamento de projeto e aplicar o DSR para criar soluções práticas e tangíveis que atendam às necessidades das pessoas com alguma limitação motora ou visual;
- Automatizar o controle de um ventilador, incluindo liga/desliga, ajuste de velocidade e oscilação lateral, demonstrando a aplicação prática das estratégias e ferramentas colaborativas.

Por isso, o conforto térmico é um elemento essencial para a qualidade de vida das pessoas, influenciando diretamente seu bem-estar físico e mental. Condições inadequadas de temperatura, umidade e ventilação podem desencadear uma série de impactos negativos na saúde humana, incluindo problemas respiratórios, cardiovasculares e até mesmo estresse. Além disso, esses fatores também podem afetar significativamente a produtividade das tarefas diárias [6, 7].

Em um mundo onde as mudanças climáticas estão em ascensão, garantir um ambiente com temperatura e ventilação adequadas torna-se uma preocupação cada vez mais relevante. Soluções acessíveis e de baixo custo dentro dessa área são mais do que uma conveniência; elas são essenciais para promover um estilo de vida saudável e sustentável.

Um dos mecanismos-chave para garantir o conforto em um ambiente é a renovação e circulação do ar. Isso pode ser alcançado de forma passiva, através da movimentação natural das massas de ar, ou de forma ativa, por meio do uso de aparelhos elétricos, como ventiladores. A circulação eficiente do ar desempenha um papel fundamental na manutenção de um ambiente saudável e confortável, uma vez que a falta dela pode levar a problemas de saúde, como dores de cabeça e sonolência [5].

As recentes Diretrizes Globais de Qualidade do Ar divulgadas pela Organização Mundial da Saúde [3] enfatizam os sérios

danos que a poluição do ar causa à saúde humana. A exposição à poluição do ar é responsável por milhões de mortes prematuras anualmente e resulta na perda de milhões de anos de vida saudável. Além disso, afeta negativamente o crescimento e a função pulmonar em crianças e aumenta o risco de doenças cardíacas e acidentes vasculares cerebrais em adultos. Infelizmente, essa ameaça à saúde é mais pronunciada em países em desenvolvimento e com menor renda.

Neste contexto, buscamos demonstrar a aplicabilidade prática desses artefatos por meio de um estudo de caso específico, concentrado na automatização do controle de um ventilador, incluindo o acionamento, a regulação de velocidade e a oscilação lateral.

A utilização de tecnologias que visam à eficiência energética, como um ventilador doméstico automatizado e controlado por comando de voz, torna-se não apenas economicamente viável, mas também altamente desejável. Além disso, os custos crescentes de energia elétrica no Brasil e em outros lugares do mundo tornam a eficiência energética uma prioridade. A automação residencial, especialmente quando combinada com tecnologias de controle por voz, pode contribuir significativamente para a redução do consumo de energia, tornando-se uma alternativa economicamente viável e desejável.

Portanto, este relato de experiência busca preencher uma lacuna importante ao compartilhar conhecimentos e práticas relacionados ao desenvolvimento de artefatos de tecnologia assistiva. Esperamos que as informações e resultados apresentados aqui possam contribuir para avanços significativos na área, beneficiando aqueles que necessitam de soluções tecnológicas para melhorar sua qualidade de vida e independência.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi conduzido por uma equipe composta por três discentes do curso de Ciência da Computação, localizados na cidade de Santarém/ PA, e um discente de doutorado em Engenharia Elétrica, sediado em Belém/ PA. Este projeto contou com a supervisão e orientação de um doutorando em Informática na Educação e de um docente do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Essa colaboração entre discentes de graduação e pós-graduação, bem como a orientação de especialistas na área, enriqueceu o desenvolvimento do projeto de tecnologia assistiva.

No que diz respeito à metodologia empregada, optamos por adotar uma abordagem qualitativa baseada em um estudo de caso. Este método permitiu explorar as percepções e experiências dos alunos que estiveram envolvidos no projeto de tecnologia assistiva, utilizando ferramentas colaborativas ao longo de todo o processo. Essa abordagem qualitativa nos proporcionou indicadores valiosos sobre os impactos do projeto e as lições aprendidas com a colaboração e a aplicação de tecnologias assistivas.

A metodologia deste trabalho, oferece uma estrutura abrangente para o desenvolvimento dos artefatos tecnológicos na área de domótica com foco na automação de ventiladores. Para a construção dos artefatos, selecionamos cuidadosamente os materiais que melhor se adequavam aos nossos objetivos de

acessibilidade, eficiência de custos e funcionalidade. A seguir, apresentamos os principais materiais que foram utilizados:

- **Arduino Nano:** Optamos pela placa Arduino Nano devido ao seu tamanho compacto e ao microcontrolador AT-mega328 de 8 bits.
- **ESP8266:** O módulo ESP8266 foi empregado para habilitar a conectividade Wi-Fi em nossos artefatos.
- **Servos Motores:** Dois servos motores foram utilizados para controlar a oscilação lateral do ventilador, bem como as funções de ligar/desligar e ajuste de velocidade.
- **Tubos de PVC:** Para a construção da estrutura física dos artefatos, optamos por tubos de PVC. Esse material é amplamente disponível, acessível e fácil de moldar, tornando-o adequado para atender às nossas necessidades de design. A flexibilidade do PVC nos permitiu criar estruturas personalizadas de maneira eficiente.
- **Fritzing:** Empregamos o software Fritzing¹ para a modelagem dos circuitos eletrônicos dos artefatos.
- **Assistente Virtual:** Desenvolvemos um Assistente Virtual em Python com base na biblioteca vosk², possibilitando o reconhecimento preciso de comandos de voz em português. Essa solução tornou a interação com os artefatos mais amigável e acessível.
- **Google Meet:** Utilizamos o Google Meet para realizar reuniões remotas, facilitando a comunicação eficaz entre os membros da equipe.
- **WhatsApp:** O WhatsApp foi empregado para comunicações rápidas e troca de informações entre os membros da equipe, agilizando a colaboração e o compartilhamento de informações.
- **Overleaf:** A plataforma Overleaf³ foi adotada para facilitar a colaboração em documentos e a escrita conjunta, permitindo que a equipe trabalhasse de forma síncrona e assíncrona.
- **Trello:** O Trello⁴ que é uma ferramenta Web que possibilita o gerenciamento de projetos, fluxo de trabalho e monitoramento de tarefas.

ANÁLISES E DISCUSSÕES

Este relato de experiência documenta nossa trajetória em um projeto de construção colaborativa de artefatos tecnológicos. Em diversas áreas, da engenharia à educação, a gestão de projetos desempenha um papel crucial na realização de objetivos específicos dentro de prazos e recursos definidos [1]. No entanto, o dinamismo dos projetos frequentemente demanda a flexibilidade de metodologias que se adaptem às mudanças, característica encontrada na metodologia ágil Scrum [4].

¹<https://fritzing.org/>

²<https://alphacephei.com/vosk/>

³<https://www.overleaf.com/>

⁴<https://trello.com/>

O foco principal deste projeto foi a construção de artefatos tecnológicos destinados a melhorar a qualidade de vida e a acessibilidade em ambientes domésticos. Nossa iniciativa buscou uma abordagem colaborativa apoiada por ferramentas de colaboração.

Para gerenciar este projeto, adotamos a metodologia eduScrum [4], uma adaptação do Scrum voltada para a coordenação de projetos colaborativos de aprendizagem. Essa abordagem envolveu um novo conjunto de papéis, com o professor atuando como Scrum Master, orientando os alunos em suas equipes.

As atividades foram organizadas em ciclos de desenvolvimento denominados Sprints, que variavam de 2 a 4 semanas. Durante cada Sprint, as equipes realizaram reuniões semanais remotas por meio do Google Meet, onde cada membro respondeu a três perguntas fundamentais:

1. O que fez desde o último encontro?
2. O que irá fazer até o próximo?
3. Existem impedimentos para o desenvolvimento das atividades?

Essa estrutura permitiu uma abordagem ágil, adaptando-se a mudanças e aprendizados ao longo do caminho. Além das metodologias ágeis, empregamos o DSR para dar vida aos nossos artefatos e na condução da pesquisa. Para a modelagem de circuitos eletrônicos foi utilizado o software Fritzing, mostrado na Figura 1. O Fritzing facilitou a documentação e compartilhamento de nossos protótipos.

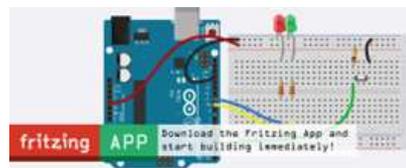


Figure 1. Fritzing

A comunicação e colaboração foram essenciais em nossa jornada. Usamos Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como Google Meet, WhatsApp e Overleaf para garantir reuniões regulares, compartilhamento rápido de informações e colaboração síncrona e assíncrona na escrita, respectivamente. Um exemplo no uso dessas TICs pode ser vista na Figura 2.

O cerne do nosso projeto estava na criação de artefatos tecnológicos que pudessem melhorar a qualidade de vida das pessoas em ambientes domésticos, particularmente focados no conforto térmico. Para uma inclusão efetiva das pessoas com deficiência, é necessário que tenham acesso às tecnologias assistivas que os possibilite mais independência. Com isso em mente, nossa equipe começou a trabalhar na construção de artefatos que abordassem esses desafios de maneira inovadora e acessível.

Assim, foi desenvolvido colaborativamente artefatos para automação do controle do acionamento (ligar/desligar), velocidade e oscilação lateral do ventilador. Para a interface de controle foi implementado um sistema de reconhecimento de voz que permite o usuário controlar os componentes automatizados.

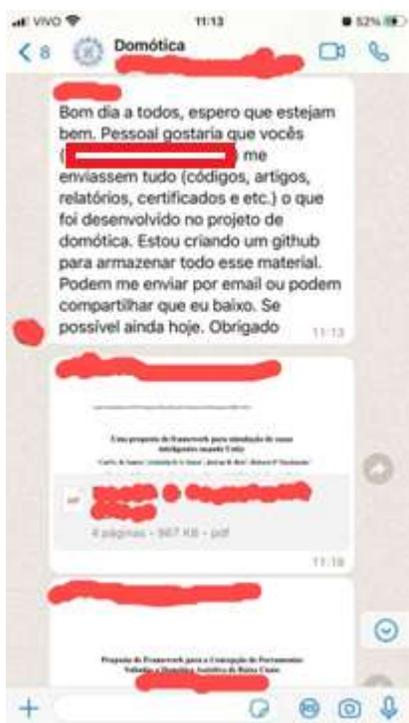


Figure 2. Grupo do WhatsApp - Domótica

Para a interface de controle da automação foi utilizado o comando de voz, com a premissa de tornar a solução mais conveniente e acessível, especialmente para pessoas com alguma limitação motora ou visual. Para implementar essa funcionalidade, integramos os artefatos a um Assistente Virtual, sendo desenvolvido em linguagem Python e baseado na biblioteca VOSK, que permite o reconhecimento de comandos de voz em português com alta precisão. Uma das vantagens desse sistema é a capacidade de operar *offline*, tornando-o adequado mesmo em ambientes sem conexões com a internet.

Para criar uma solução completa, precisávamos também de hardware que pudesse responder aos comandos de voz. Utilizamos o Arduino Nano e o ESP8266 como as principais plataformas para controle e comunicação sem fio. Essas escolhas foram orientadas pelo baixo custo, disponibilidade no mercado e flexibilidade para atender às necessidades do projeto.

A construção da estrutura física dos artefatos foi realizada utilizando tubos de PVC, um material acessível e fácil de moldar. Essa estrutura foi projetada para acomodar os componentes eletrônicos e garantir que os artefatos pudessem ser integrados aos ventiladores domésticos dos usuários.

Ainda, dois servos motores foram usados para controlar a oscilação lateral e o ligar/desligar do ventilador, bem como o ajuste da velocidade. Esses componentes foram essenciais para garantir a funcionalidade dos artefatos na automação das tarefas desejadas.

Um dos elementos-chave que impulsionaram nosso projeto foi a colaboração. Trabalhamos com uma equipe multidisciplinar,

composta por estudantes e professores, cada um contribuindo com suas habilidades e conhecimentos. A colaboração foi incentivada pela metodologia eduScrum, que é baseada no Scrum e tem como objetivo promover projetos de Aprendizagem Colaborativa em ambientes educacionais [4]. O ciclo de desenvolvimento do eduScrum é apresentado na Figura 3.



Figure 3. Framework do eduScrum [4]

Assim, a equipe foi organizada e o professor atuou como Scrum Master, orientando o desenvolvimento do projeto, resolvendo dúvidas e conflitos e garantindo que as atividades estivessem alinhadas com os objetivos do projeto.

O processo começou com a criação de uma lista de atividades que precisavam ser realizadas para concluir o projeto. Essa lista serviu como um *backlog* de tarefas, a partir do qual as equipes escolheram um subconjunto para ser abordado em cada *Sprint*. Os *Sprints* tinham duração de 2 a 4 semanas, e durante esse período, as equipes se concentravam nas atividades selecionadas.

A gestão de tarefas foi simplificada com o uso do Trello, uma ferramenta de gerenciamento de projetos que nos permitiu criar quadros Kanban para organizar nossas atividades. Uma característica importante do nosso método de trabalho era a distribuição flexível de tarefas. Cada membro da equipe escolhia as tarefas que considerava mais adequadas, promovendo o autogerenciamento e a responsabilidade individual, como mostrado na Figura 4.

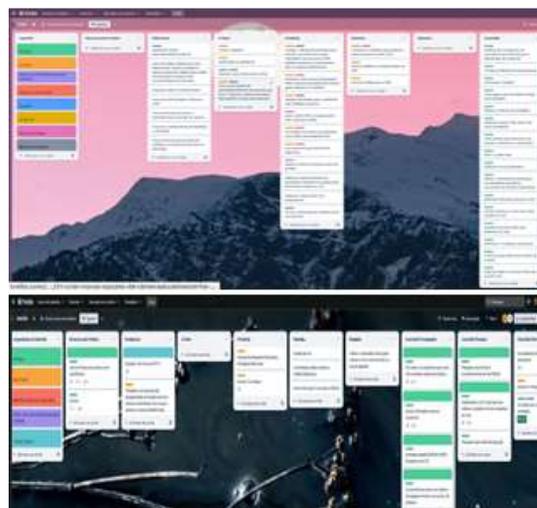


Figure 4. Quadro de atividades

Além disso, empregamos TICs como o Google Meet, WhatsApp e Overleaf para manter a comunicação e colaboração

fluidas, mesmo com a equipe geograficamente dispersa. A comunicação desempenhou um papel crucial na colaboração eficaz. Realizamos reuniões semanais remotas via Google Meet, permitindo que cada membro da equipe compartilhasse seu progresso, discutisse desafios e coordenasse as atividades futuras. Isso garantiu que todos estivessem alinhados e que qualquer problema fosse abordado rapidamente.

Durante as reuniões de alinhamento realizadas para apoiar o desenvolvimento do projeto remoto, os alunos demonstraram um comprometimento notável em compartilhar suas percepções e desafios. Essas reuniões se revelaram um espaço crucial para a troca de informações e aprimoramento do trabalho colaborativo.

Os alunos relataram uma série de desafios significativos ao enfrentar o desenvolvimento de projetos de forma remota. Em primeiro lugar, a oscilação e interrupção da conexão de internet, agravada durante o período do inverno amazônico devido às intensas chuvas, emergiram como um desafio constante. Esta limitação impactou diretamente a produtividade e exigiu estratégias criativas para superá-la.

Outro desafio destacado foi a falta de interação social com os demais participantes do projeto, corroborando com a pesquisa de Ford [2], que apontou a ausência de interações sociais como um dos principais desafios do trabalho remoto. A necessidade de conexões interpessoais e a construção de relacionamentos virtuais revelaram-se essenciais para o sucesso do projeto.

Além disso, a comunicação e colaboração iniciais foram obstáculos a serem superados, especialmente no início do projeto. A timidez dos alunos, agravada pelo fato de não se conhecerem pessoalmente, criou barreiras iniciais que exigiram esforços adicionais para estabelecer uma comunicação eficaz.

No entanto, foi notável que a abordagem adotada, a metodologia empregada e a maneira como o projeto foi conduzido receberam elogios unânimes. Esses elementos foram considerados pilares fundamentais que impulsionaram o projeto em direção aos resultados apresentados. A capacidade de adaptação, a flexibilidade na gestão de projetos remotos e a resiliência demonstrada pelos alunos foram fatores essenciais para superar os desafios iniciais e alcançar o objetivo.

É importante ressaltar que o método adotado neste trabalho, utilizando as metodologias do eduScrum e DSR, ofereceu um modelo eficaz para incentivar soluções colaborativas de domótica assistiva. Esse enfoque é especialmente relevante em uma região onde soluções de baixo custo são tão necessárias. Com essas abordagens, há uma promissora oportunidade de atender às demandas de forma mais eficaz, fornecendo assistência e melhorando a qualidade de vida de um público que carece dessas soluções. Em resumo, as reuniões de alinhamento e o trabalho colaborativo realizado durante esse projeto remoto demonstram a importância da comunicação, adaptação e resiliência, além do potencial de inovação e impacto social positivo quando as metodologias corretas são aplicadas em um ambiente desafiador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A jornada de desenvolvimento dos artefatos tecnológicos voltados para a domótica assistiva, com ênfase na automação de ventiladores, foi um processo desafiador e recompensador. Nesta seção, recapitulamos os principais pontos e reflexões deste projeto, destacando sua importância e impacto.

Primeiramente, é crucial ressaltar que a tecnologia assistiva desempenha um papel fundamental na melhoria da qualidade de vida das pessoas com diferentes necessidades. A capacidade de controlar o ambiente doméstico de forma eficaz e acessível é um aspecto essencial para promover a autonomia e a independência desses indivíduos. Nesse contexto, nosso projeto visou desenvolver soluções práticas e inovadoras que abordassem desafios específicos relacionados à automação de ventiladores.

A escolha criteriosa dos materiais e plataformas de controle foi fundamental para o sucesso do projeto. Essas escolhas permitiram criar artefatos eficientes, de baixo custo e acessíveis, atendendo às necessidades identificadas.

Em resumo, este projeto representa um esforço significativo na busca por soluções de domótica assistiva que contribuam para a qualidade de vida e a independência das pessoas com diferentes necessidades. Através da combinação de tecnologia, colaboração e uma abordagem centrada no usuário, estamos confiantes de que nossos artefatos têm o potencial de fazer uma diferença positiva nas vidas daqueles que deles necessitam.

Continuamos a explorar novas fronteiras na domótica assistiva, é fundamental lembrar que a inovação e a colaboração são os pilares do progresso. Este projeto é um testemunho do que é possível quando equipes multidisciplinares se unem com um propósito comum: melhorar a qualidade de vida das pessoas e promover a inclusão por meio da tecnologia.

À medida que avançamos, encorajamos a continuação da pesquisa, do desenvolvimento e da implementação de soluções assistivas que tornem o mundo um lugar mais acessível para todos. O caminho pode ser desafiador, mas os resultados são inestimáveis em termos de impacto humano e progresso tecnológico.

Agradecimentos

O presente projeto foi desenvolvido com apoio da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – FAPESPA através do auxílio a projeto de pesquisa, nº do processo 2019/585931, termo de outorga nº 006/2020.

REFERENCES

- [1] Tadeu Classe, Gildo Leonel, Iran dos Reis Costa, Matheus Dore, Samuel Braz, Camila Campos, Camillo Falcão, Daves Martins, and Miriã Correa. 2019. Projeto Encontre-me! TICs para a Divulgação e Busca de Pessoas Desaparecidas de Maneira Colaborativa. In *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos*. SBC, Porto Alegre, RS, Brasil, 18–23. DOI : <http://dx.doi.org/10.5753/sbsc.2019.7800>
- [2] Denae Ford, Margaret-Anne Storey, Thomas Zimmermann, Christian Bird, Sonia Jaffe, Chandra

- Maddila, Jenna L. Butler, Brian Houck, and Nachiappan Nagappan. 2021. A Tale of Two Cities: Software Developers Working from Home during the COVID-19 Pandemic. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.* 31, 2, Article 27 (dec 2021), 37 pages. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/3487567>
- [3] OPAS. 2021. Novas Diretrizes Globais de Qualidade do Ar da OMS visam salvar milhões de vidas da poluição atmosférica. Organização Pan-Americana da Saúde. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/22-9-2021-novas-diretrizes-globais-qualidade-do-ar-da-oms-visam-salvar-milhoes-vidas-da>. (2021). Acessado em 09 de Janeiro de 2022.
- [4] Karen Selbach Borges, Marcelo Augusto Rauh Schmitt, and Silvana Marx Nakle. 2014. eduScrum Projetos de Aprendizagem Colaborativa Baseados em Scrum. *RENOTE* 12, 1 (2014). DOI : <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.49839>
- [5] B. L. Silva, F. Odisi, D. Noriler, and E. L. Reinehr. 2014. Estudo da Distribuição e Evolução da Concentração de Dióxido de Carbono em uma Sala de Aula. In *XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química*.
- [6] H. R. Sobral. 2005. Heat island in São Paulo, Brazil: Effects on health. In *Critical Public Health*. 147 – 156. DOI : <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1080/09581590500151756>
- [7] T. Thach, D. Mahirah, C. Sauter, A. C. Roberts, G. Dunleavy, N. Nazeha, Y. Rykov, Y. Zhang, G. Christopoulos, C. Soh, and J. Car. 2020. Associations of perceived indoor environmental quality with stress in the workplace. In *Indoor Air*. DOI : <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1111/ina.12696>