

GERENCIAMENTO DE RISCO PARA ANÁLISE E PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS UTILIZANDO A METODOLOGIA ATIVA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4388

Celso Becker Tischer - cbtischer@gmail.com
Universidade Federal de Santa Maria

Manrique Soares Felix - manriquesfelix@hotmail.com
Universidade Federal de Santa Maria

Resumo: No contexto atual do mercado de trabalho, são exigidas cada vez mais aptidões e competências que não são adquiridas num modelo tradicional de ensino unilateral. A disponibilidade de novas tecnologias e ferramentas tornou necessária a atualização da forma de ensinar. A metodologia ativa PBL (sigla para problem based learning), apresenta estratégia estimulante para desenvolver competências e a autonomia dos acadêmicos. Assim, o presente trabalho traz a aplicação da metodologia PBL no desenvolvimento de software de gerenciamento de risco para análise e projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas, seguindo a norma ABNT NBR 5419. Para a resolução dos cálculos referentes aos componentes de risco, a programação em Python foi utilizada para desenvolver um algoritmo de cálculo e análise de estruturas, bem como uma interface gráfica. Assim, a partir de um projeto de extensão da UFSM-CS, a análise foi aplicada à estrutura do Hospital de Caridade e Beneficência da Cidade de Cachoeira do Sul, no qual foi verificado em software se os riscos da estrutura analisada estão dentro do limite tolerável da NBR 5419, permitindo assim propor alterações no sistema SPDA existente. Por fim, a aplicação da metodologia ativa PBL trouxe benefícios não só para os alunos, mas também trouxe maior integração entre a Universidade e a comunidade Cachoeirense.

Palavras-chave: Metodologia Ativa. Aprendizagem baseada em problemas. Sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Python.

GERENCIAMENTO DE RISCO PARA ANÁLISE E PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS UTILIZANDO A METODOLOGIA ATIVA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

1 INTRODUÇÃO

Em um contexto cada vez mais dinâmico, as empresas passaram a contar com diferentes recursos e ferramentas que colaboram para o aumento da produtividade e obtenção de melhores resultados. Assim, o mercado de trabalho contemporâneo tem buscado profissionais com habilidades e características que vão além de uma formação sólida. Compreender como o mercado de trabalho se encontra atualmente é importante para os profissionais do futuro, uma vez que as competências requeridas de um profissional no mercado de trabalho geralmente são adquiridas durante a formação acadêmica.

O mercado de trabalho está inteiramente interligado com o sucesso ou o fracasso da educação, com isso, inovar não é somente importante, como também urgente. O processo de aprendizagem que a maioria das universidades utilizam consiste no modelo tradicional de ensino onde o aluno geralmente é um agente passivo da informação e não desenvolve competências fundamentais para seu futuro, tais como competências empreendedoras e inovadoras.

A aprendizagem baseada em problemas, ou simplesmente PBL (sigla oriunda do inglês *problem based learning*) é uma metodologia ativa voltada para a aquisição do conhecimento por meio da resolução de problemas reais. A abordagem baseada nesta metodologia tem como principal objetivo mesclar alguns dos princípios básicos da educação, a teoria com a prática (EDUCAÇÃO, 2021). Com a aplicação da PBL, os estudantes têm oportunidade de vivenciar práticas profissionais em contextos pedagógicos, e assim, estimular a curiosidade, a criatividade, desenvolver autonomia e autoconfiança para solucionar problemas (NOEMI, 2019).

Com base na metodologia ativa PBL, a proposta do presente trabalho é apresentar os resultados de sua aplicação no desenvolvimento de um algoritmo em Python para análise de risco de descargas atmosféricas sobre uma estrutura a fim de dimensionar o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), seguindo a Norma Brasileira ABNT NBR 5419. Além disso, apresentar os resultados da análise de risco considerando a estrutura do Hospital de Caridade e Beneficência (HCB) do município de Cachoeira do Sul – RS.

2 SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

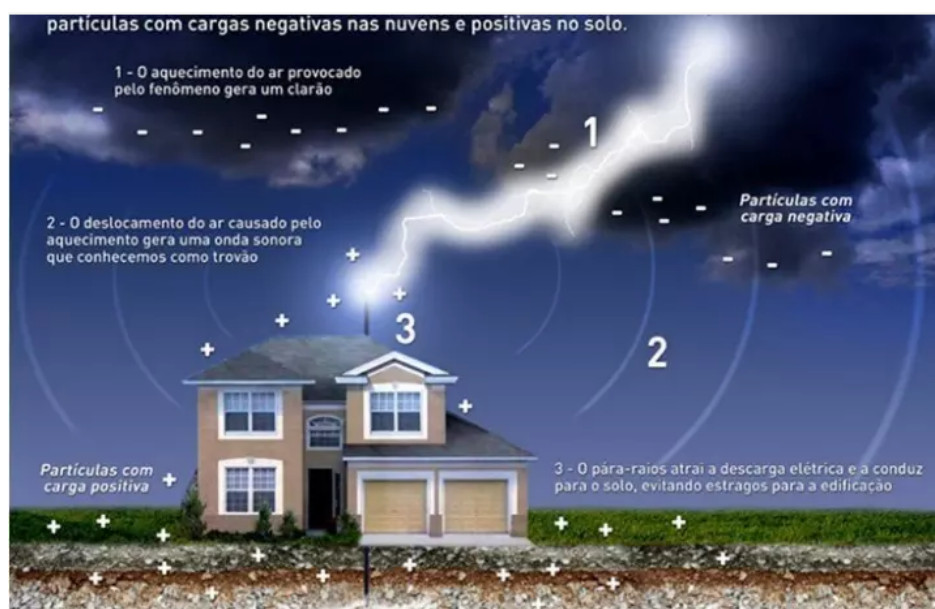
O sistema de proteção contra descargas atmosféricas conhecido popularmente como para-raios, foi inventado por Benjamin Franklin em 1752, quando fez uma perigosa experiência utilizando um fio de metal para empinar uma pipa de papel e observou que a carga elétrica dos raios descia pelo dispositivo (ELEMENTA, 2021).

A análise para implementação de um SPDA detém uma grande importância nos projetos de prédios, edificações e tanques, uma vez que o Brasil é o líder mundial em incidência de descargas atmosféricas. O sistema de proteção contra descargas atmosféricas tem uma grande importância não só na proteção de vidas humanas e

animais, mas também tem uma grande importância na proteção de sistemas elétricos críticos. A Figura 1 apresenta o princípio de formação de descargas atmosféricas juntamente com a atuação do SPDA.

O SPDA é composto por subsistema de captação, um subsistema de aterramento, um subsistema de descida e um subsistema de equipotencialização. O subsistema de captação se encarrega de interceptar as descargas atmosféricas que ameaçam a construção. O subsistema de descidas transporta a corrente de descarga para o sistema de aterramento, que escoar a corrente de descarga para o solo. Este procedimento feito pelo SPDA é eficaz na proteção de pessoas, animais e estrutura física de edificações contra raios e fugas elétricas que possam causar choques (AMPHER, 2018).

Figura 1 – Formação de descargas atmosféricas e funcionamento do SPDA.



Fonte: Mundo da Elétrica.

A norma de instalações de SPDA é regulada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 5419. O objetivo principal da norma é evitar e minimizar incêndios, explosões, danos materiais e risco de morte de pessoas e animais pelos efeitos das descargas elétricas. Atualmente existem três métodos de dimensionamento:

- O método de Malhas consiste em instalar um sistema de captadores formados por condutores horizontais interligados em forma de malha, o uso deste tipo de SPDA é baseado na teoria de Faraday, segundo a qual, o campo elétrico no interior de uma gaiola é nulo.
- O método do ângulo de proteção utiliza os famosos para-raios, eles são instalados para proteger o volume de um cone, onde o captor fica no vértice e ângulo entre a geratriz e o centro do cone.
- O método da esfera rolante é o mais recente dos três apresentados e consiste em fazer rolar uma esfera, por toda a edificação. Esta esfera terá um raio definido em

função do nível de proteção, os locais onde a esfera tocar a edificação são os locais mais expostos a descargas (MATTEDE, 2014).

3 GERENCIAMENTO DE RISCO

O gerenciamento de risco é a obtenção dos parâmetros e manipulação dos conceitos em forma de equacionamentos do risco (ABNT, 2015). O procedimento básico para um gerenciamento consiste inicialmente em identificar as características da estrutura a ser protegida. É necessário identificar e relacionar todos os tipos de perdas nela contidos, para obter e avaliar os correspondentes riscos, relacionados com: risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes; risco de perda de serviço público; risco de perda de patrimônio cultural; risco de perda de valores econômicos.

Obtido os valores dos riscos, é realizada a avaliação da necessidade de instalar um SPDA. Esta avaliação é realizada através da comparação dos valores de risco obtidos, com os riscos toleráveis correspondentes a cada tipo de risco. Os parâmetros de tolerância são tabelados pela NBR 5419.

O projeto proposto aos alunos do curso de Engenharia Elétrica, através da aplicação da metodologia de aprendizagem baseada em problemas, foi o desenvolvimento de um algoritmo de gerenciamento de risco, seguindo a norma da ABNT NBR 5419/2015, tendo como foco o Hospital de Caridade e Beneficência (HCB) da cidade de Cachoeira do Sul – RS, Figura 2.

Figura 2 – Estrutura do Hospital de Caridade e Beneficência de Cachoeira do Sul – RS.



Fonte: autor.

3.1 Características gerais da estrutura

O desenvolvimento do projeto ocorreu na realização de diversas visitas técnicas ao HCB, onde foram levantadas informações importantes referentes à estrutura e possíveis problemas que seriam enfrentados durante o gerenciamento de risco. Na primeira visita, identificou-se problemas referente à malha de aterramento do local, que por motivos de localização, tornava-se inviável a utilização de um sistema de aterramento convencional que atendesse a NBR 5419. Portanto, desde o início do projeto, foi considerada a possibilidade de utilização da estrutura como subsistema de descida do SPDA e aterramento natural.

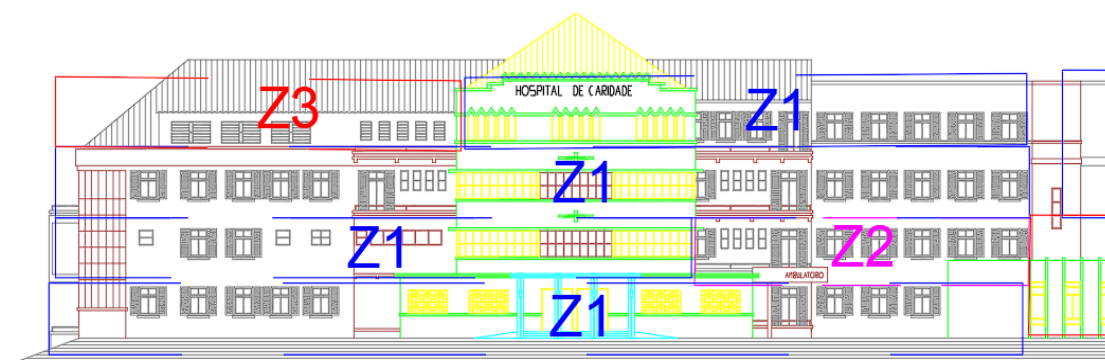
3.2 Análise por Zonas

Como a estrutura analisada em questão é referente a um Hospital, foi observada a necessidade de uma análise por zonas, onde a estrutura foi separada em 3 zonas, sendo:

- Zona 1: considerada a área comum hospitalar, com grau crítico baixo;
- Zona 2: refere-se a UTI Neonatal, com grau crítico alto;
- Zona 3: refere-se a UTI Adulto I, com grau crítico alto;

A representação das definições das zonas pode ser visualizada na Figura 3.

Figura 3 – Separação das zonas para análise do gerenciamento de risco do HCB.



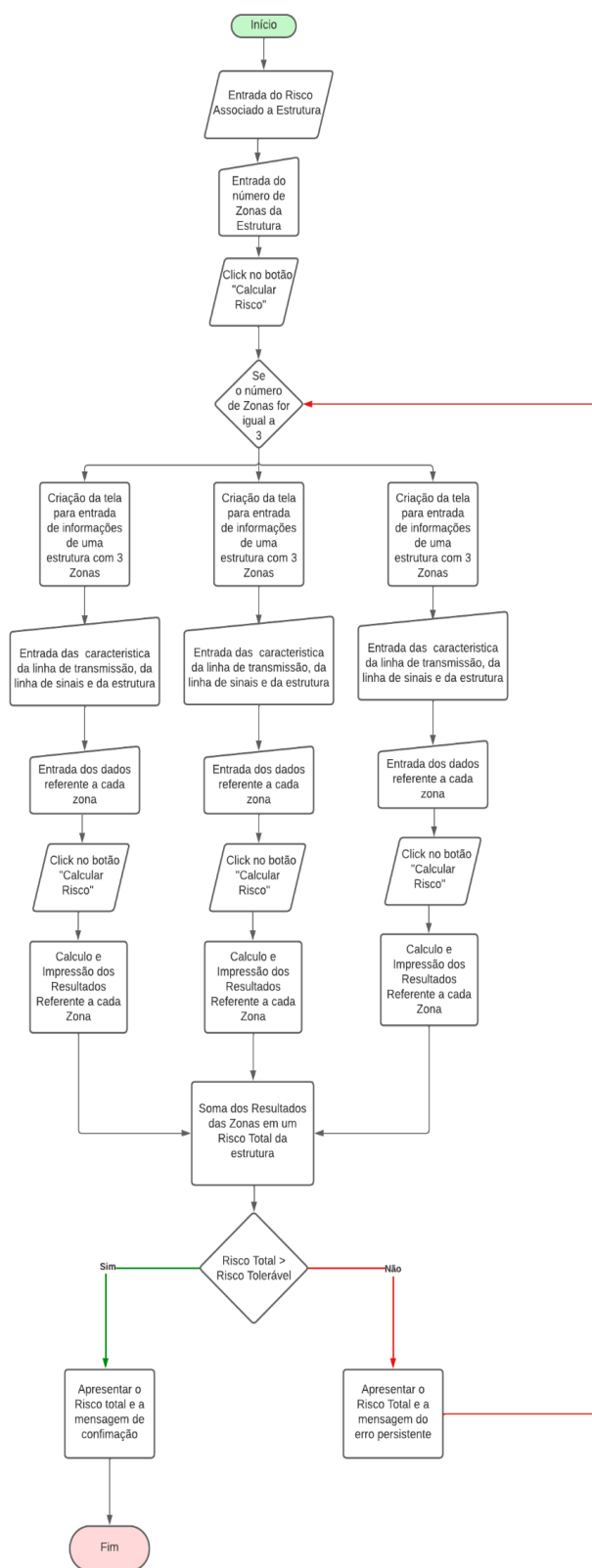
Fonte: Autor

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a resolução dos cálculos referente às componentes de risco que constam na NBR 5419, foi escolhida a linguagem de programação Python para criação do algoritmo de cálculo, associado a uma interface gráfica para inserção dos dados, seleção dos parâmetros e por fim, apresentação dos resultados da análise de risco.

Para o desenvolvimento da análise, foram necessárias a criação de 2 telas para entradas de dados, 3 telas para apresentação dos resultados de cada zona e 1 tela para apresentação do resultado total da estrutura. O fluxograma do funcionamento do algoritmo de análise está representado na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma do algoritmo de análise de risco em python.



Fonte: Autor

A Figura 5 apresenta a tela inicial do algoritmo, onde é possível selecionar o risco associado a estrutura e inserir o número de zonas em que a mesma será dividida. A Figura 6 apresenta a segunda tela do algoritmo onde é possível adicionar as características gerais da estrutura, da linha de energia e da linha de sinais, assim como adicionar as características específicas para cada zona.

Figura 5 – Tela inicial da interface gráfica.

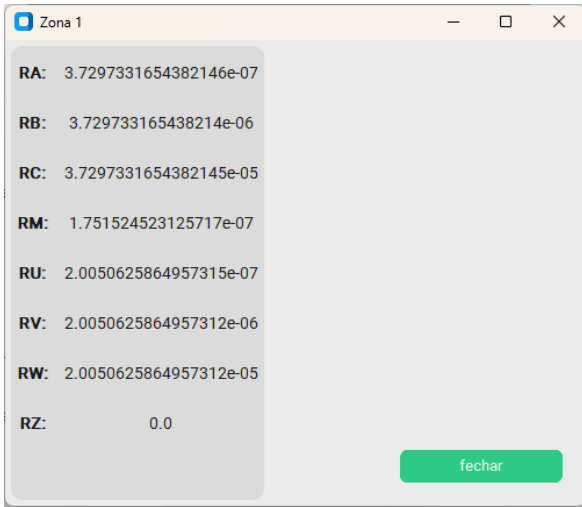
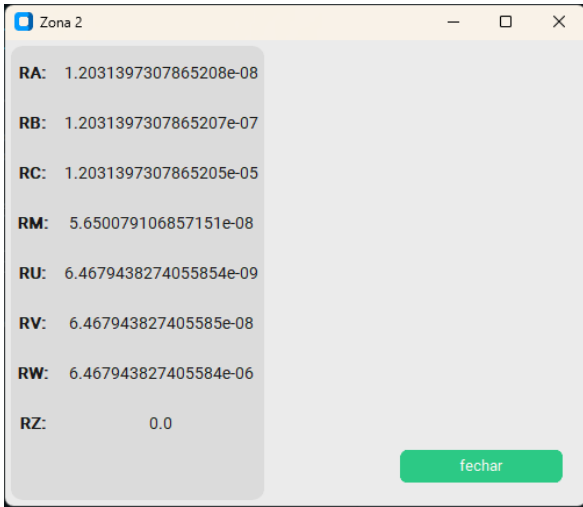
Fonte: autor.

Figura 6 – Tela de entrada das informações da estrutura.

Fonte: autor.

Após a realização dos cálculos, as seguintes telas do software apresentam os valores das componentes de risco de cada uma das zonas. Entrando com as informações da estrutura do HCB no algoritmo, tem-se os resultados apresentados na Figura 7, Figura 8 e Figura 9.

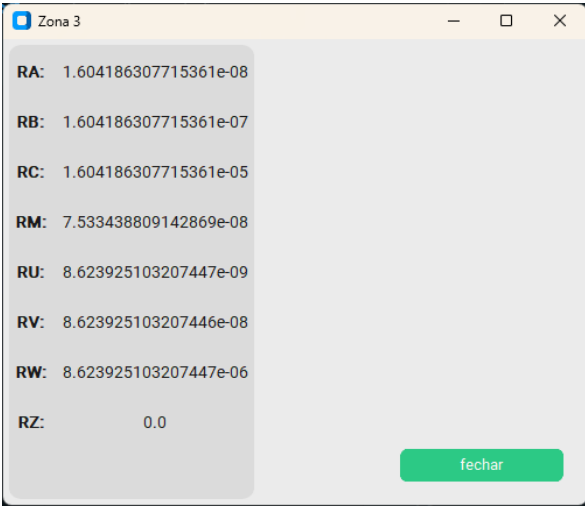
Figura 7 – Componentes de Risco Zona 1

Figura 7 – Componentes de Risco Zona 1	Figura 8 – Componentes de Risco Zona 2
 <p>RA: 3.7297331654382146e-07 RB: 3.729733165438214e-06 RC: 3.7297331654382145e-05 RM: 1.751524523125717e-07 RU: 2.0050625864957315e-07 RV: 2.0050625864957312e-06 RW: 2.0050625864957312e-05 RZ: 0.0</p> <p>fechar</p>	 <p>RA: 1.2031397307865208e-08 RB: 1.2031397307865207e-07 RC: 1.2031397307865205e-05 RM: 5.650079106857151e-08 RU: 6.4679438274055854e-09 RV: 6.467943827405585e-08 RW: 6.467943827405584e-06 RZ: 0.0</p> <p>fechar</p>

Fonte: autor.

Fonte: autor.

Figura 9 – Componentes de Risco Zona 3



RA: 1.604186307715361e-08
RB: 1.604186307715361e-07
RC: 1.604186307715361e-05
RM: 7.533438809142869e-08
RU: 8.623925103207447e-09
RV: 8.623925103207446e-08
RW: 8.623925103207447e-06
RZ: 0.0

fechar

Fonte: autor.

Por fim, a última tela, Figura 10, apresenta o valor do risco total calculado para a estrutura e o valor do risco tolerável, dada pela NBR 5419, para fins de análise e projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Além disso, uma mensagem de conclusão da análise é apresentada.

Nota-se na Figura 10 que foi obtido um risco total de 0,0001076 para a estrutura do HCB ficando acima do risco tolerável de 0,00001 previsto pela NBR 5419. Demonstra que a estrutura não está protegida contra descargas atmosféricas sendo que medidas devem ser tomadas para que o risco atenda o tipo de perdas L1 (Perdas de vidas humanas). Para isso, é proposto nova configuração para o sistema de captação e para o sistema de proteção contra surtos (MPS).

Figura 10 – Resultado da análise de risco para o HCB.

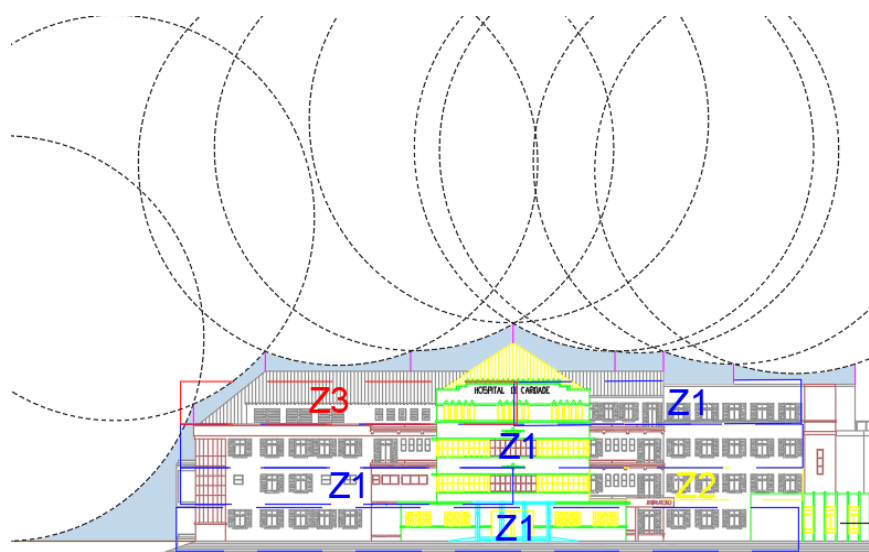


Fonte: autor

4.1 Sistema de Captação

O sistema de captação deve atender às especificações da norma referente a um sistema de SPDA Classe I com subsistema de descida e aterramento natural. Considerando o método das esferas rolantes, a configuração do subsistema de captação é dada por

Figura 11 – Configuração do subsistema de captação



Fonte: Autor

4.2 Sistema de MPS

Referente ao sistema de proteção contra surtos (MPS), existe uma infinidade de configurações, mas neste caso, foram considerados a seguinte configuração:

- Na Zona 1: um sistema de DPS coordenado para linha de energia de Classe III, sistema de DPS para a linha de sinais de Classe III.
- Na Zona 2: um sistema de DPS coordenado para linha de energia de Classe III, sistema de DPS para a linha de sinais de Classe III.
- Na Zona 3 um sistema de DPS coordenado para linha de energia de Classe III, sistema de DPS para a linha de sinais de Classe III.

Considerando as configurações descritas nos itens 4.1 e 4.2 e selecionando as mesmas no software, tem-se o resultado de 0,000009659 para o risco total, atendendo a norma para o tipo de perdas L1. Neste caso, a mensagem "Estrutura Protegida" é escrita na tela do software desenvolvido, Figura 12.

Figura 12 – Resultado da análise de risco para o HCB considerando as novas configurações do sistema.



Fonte: autor

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou a aplicação da metodologia de aprendizagem baseada em problemas, tendo como foco central o pleno entendimento da norma ABNT NBR 5419/2015 e o desenvolvimento de um software para o gerenciamento de risco de estruturas.

Com o desenvolvimento deste projeto, foi possível analisar e propor melhorias no sistema de proteção contra descargas atmosféricas do Hospital HCB, criando assim uma maior integração da universidade com a comunidade Cachoeirense. Ainda, colaborou para o desenvolvimento de novas habilidades de extrema importância para os alunos envolvidos, oriundas da utilização da metodologia ativa PBL.

REFERÊNCIAS

AMPHER. **A importância do projeto de SPDA.** Disponível em: <https://www.ampher.com.br/a-importancia-do-projeto-de-spda/>. Acesso em 14 mai. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419-1:**Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1: Princípios gerais. Rio de Janeiro, 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419-2:**Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2: Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro, 2015

ELEMENTA. **O que é SPDA? (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas).** Disponível em: <https://elementaconstrucoes.com.br/2021/04/13/o-que-e-spda-sistema-de-protecao-contradescargas-atmosfericas/>. Acesso em: 10 mai. 2023.

MATTEDE, Henrique. **O que é SPDA? (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas).** Disponível em:

<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-spda-sistema-de-protecao-contra-descargas-atmosfericas/>. Acesso em 13 mai. 2023.

NOEMI, D. **Entenda o que é a aprendizagem baseada em problemas.** Disponível em:

<https://escolasdisruptivas.com.br/metodologias-inovadoras/entenda-o-que-e-a-aprendizagem-baseada-em-problemas/>. Acesso em 12 maio. 2023.

RIBEIRO, R. de C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia.** Tese (Doutorado) – UFSC, Florianópolis, 2005

EDUCAÇÃO, S. **Entenda o que é e como desenvolver a Aprendizagem Baseada em Problemas.** Disponível em:

<https://blog.saraivaeducacao.com.br/aprendizagem-baseada-em-problemas/#:~:text=A%20Aprendizagem%20Baseada%20em%20Problemas%20tem%20como%20principal%20objetivo%20mesclar.que%20realize%20a%20parte%20prática>. Acesso em 13 mai. 2023

SOUZA, André. **SPDA-Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas: Teoria prática e legislação.** 2.ed, São Paulo: Érica, 2020

SILVA, Gustavo. **Metodologias ativas: Conheça a aprendizagem baseada em projetos.** Disponível em:

<https://blog.unis.edu.br/metodologias-ativas-conheca-a-aprendizagem-baseada-em-projetos>. Acesso em: 13 mai. 2023

INSTRUCTIONS FOR PREPARATION AND SUBMISSION OF MANUSCRIPTS TO THE SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE 51º BRAZILIAN CONGRESS ON ENGINEERING EDUCATION AND VI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EDUCATION IN ENGINEERING – COBENGE 2023

Abstract: *In the current context of the labor market, more and more skills and competences are required that are not acquired in a traditional unilateral teaching model. The availability of new technologies and spills made it necessary to update the way of teaching. The PBL teaching methodology (acronym for problem based learning), features an interesting style of developing student autonomy. Therefore, the present work brings the application of the PBL methodology in the development of the risk analysis of a lightning protection system, following the norm that governs the projects, ABNT NBR 5419. To solve the calculations referring to the risk components, the python programming language was used to develop an algorithm for automated calculation and analysis, as well as a graphical interface. Thus, from a research project, the analysis was applied to the structure of the Hospital de Caridade e Beneficência (HCB), and it was determined whether the risks are within the tolerable limit, thus allowing the student to indicate*

changes in the SPDA system of the structure. Finally, the application of the PBL teaching methodology brought benefits not only for the student, but also brought greater integration between the university and the community.

Keywords: *Active learning, problem based learning, protection system against atmospheric discharges, python.*