

ESTUDO DE CASO DO PROJETO E EXECUÇÃO DE UMA SALA DE BATERIAS COM O FOCO NA SEGURANÇA DOS COLABORADORES DO PONTO DE VISTA ELÉTRICO

RODRIGO OTÁVIO ROCHA CARDOSO¹
ALESSANDRO JOSÉ NUNES DA SILVA²

RESUMO

No cenário atual de globalização e competitividade, as empresas nacionais e multinacionais tem buscado trabalhar de forma sustentável. Tomando como foco a região de Extrema que é reconhecida como um forte polo logístico, a proposta da mudança no uso de empilhadeiras convencionais para empilhadeiras elétricas tem ganhado destaque devido seu apelo para a sustentabilidade econômica e principalmente a sustentabilidade socioambiental. Dentro deste contexto a proposta deste trabalho é apresentar um estudo de caso, do ponto de vista da segurança dos colaboradores na área elétrica, focado no projeto e execução da sala de baterias, que é a principal infraestrutura necessária para uma empresa que adota as empilhadeiras elétricas. A Norma Regulamentadora número 10 (NR-10) que trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade, foi tomada como ponto focal na execução dos trabalhos que foram divididos em três etapas sendo definição do escopo, elaboração e execução dos projetos e medições e validações finais. O estudo de caso foi desenvolvido com sucesso em uma empresa da região, tendo a sua validação realizada por equipe técnica composta por profissionais da área de higiene e segurança do trabalho, engenheiro eletricista e analista logístico.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Sala de baterias e NR-10.

¹Pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Cruzeiro do Sul – e-mail: rorc1369@yahoo.com.br

² Professor da Faculdade Cruzeiro do Sul.

CASE STUDY OF THE PROJECT AND IMPLEMENTATION OF A BATTERY ROOM WITH THE FOCUS ON THE SAFETY OF ELECTRICAL POINT COLLABORATORS

ABSTRACT

In the current current of globalization and competitiveness, national and multinational companies have sought to work sustainably. Focusing on the Extrema region, which is recognized as a strong logistics hub, an initiative is not a sustainability process for the most important electrical industries due to economic sustainability and, above all, social and environmental sustainability. The present code is a free desktop, the presentation project from a safety point of view of an electrical area, a focused project and the execution of a room battery, is a foreground area necessary for a company that adopts such as electric forklifts. . Regulatory Standard number 10 (NR-10) that the use of electricity facilities and services was taken as a focal point in the execution of work that was divided into all stages of definition of scope, design and implementation of projects and evaluations and final validations. The case study was developed with success in a company of the region, having been made from a series of data on the area of hygiene and safety of the work, electrical engineer and logistic analyst.

Keywords: Sustainability, Battery Room and NR-10.

1. INTRODUÇÃO

“No cenário atual de globalização e competitividade, as grandes empresas nacionais e multinacionais tem buscado trabalhar de forma sustentável. Tomando como foco a região de Extrema que é reconhecida como um forte polo logístico nacional, buscando a sustentabilidade pode-se notar uma tendência nos centros de distribuição e nas fábricas na troca dos equipamentos de locomoção de cargas (empilhadeiras) convencionais a combustão pelas elétricas (CAPASSI, 2017 apud CARDOSO, 2019)”. “Dentre os principais benefícios desta mudança estão o uso de energia renovável, energia elétrica, a diminuição do ruído gerado na execução das atividades e a não emissão de gases poluentes no ambiente de trabalho (GEORGE, 2017 apud CARDOSO, 2019)”.

“Do ponto de vista ambiental, as empilhadeiras elétricas não emitem gases poluentes, ao contrário das empilhadeiras à combustão convencionais, tornando-se a escolha mais adequada para ambientes fechados ou ambientes que devem preservar a proteção contra contaminação que são os casos de empresas do ramo alimentício, farmacêuticos, cosméticos, entre outros (ANTUNES, 2018 apud CARDOSO, 2019)”. “Importante ressaltar que a diminuição na emissão de gases poluentes é uma proposta que vem ganhando evidência internacional e nacional, podendo citar a resolução 432 do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA que trata deste assunto com bastante rigor (CONAMA, 2011 apud CARDOSO, 2019)”. “O uso das empilhadeiras elétricas também atende à solicitação da NR-11 com relação aos cuidados relativos à emissão de gases tóxicos em ambientes fechados (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2004 apud CARDOSO, 2019).”

De acordo com os fabricantes, as empilhadeiras elétricas possuem uma baixa emissão de ruídos devido ao tipo de motor que é usado para tracionar o equipamento. A grande maioria trabalha com motores elétricos trifásicos, com a carga ligada diretamente no rotor do motor, com acoplamento direto (pinhão e luva). Este tipo de ligação direta na transmissão diminui os ruídos causados pelo motor e o acoplamento se encontra totalmente fechado entre motor e transmissão. Melhor mobilidade, pois, contam com acessórios e parâmetros de segurança como: rampa de aceleração, controle de tração, controle de curvas e a menor emissão de ruídos facilita uma melhor percepção do ambiente devido há não necessidade do operador

usar protetor auditivo, considerando ambientes não ruidosos. Maior segurança na aceleração e frenagem pois possuem parâmetros de rampa de aceleração e frenagem ajustáveis à operação, estes parâmetros definem o tempo e a distância inicial e final de aceleração e frenagem do equipamento. Além destes parâmetros, os equipamentos com mais tecnologia possuem sistemas de frenagem no motor de tração, onde uma corrente é enviada ao contrário da rotação do motor auxiliando a frenagem, caso não seja suficiente ou caso a fricção do pedal seja maior os freios magnéticos de todas as rodas são acionados gerando a parada imediata do equipamento. Foco na ergonomia apresentando opcionais tais como: bancos com ajuste de peso, altura, ângulo de apoio da coluna, amortecedores e bases circulares, cabines climatizadas, ajuste na distância da roda direcional (volante) e direção elétrica. Maior segurança na operação pois possuem sistemas de freios combinados eletronicamente, programados para atuarem conforme a pressão exercida no pedal, *sistema curve control* que diminui automaticamente a velocidade da empilhadeira conforme o ângulo gerado pela roda de tração, ou seja, diminui a velocidade nas curvas mesmo que o operador mantenha o pé no acelerador, liberação do sistema elétrico/eletrônico e hidráulico somente com o sensor de presença acionado, caso o sensor não esteja acionado todos os comandos da empilhadeira ficam bloqueados, travagem geral do sistema em caso de pane de componentes individuais, liberação de freio de mão mediante sensor de presença e botão no painel, válvulas limitadoras de fluxo hidráulico que limitam a velocidade de abaixamento dos pistões em caso de ruptura de tubos hidráulicos, liberação manual de pressão hidráulica para o caso de pane elétrica geral, câmera no garfo para melhor visualização do material a ser armazenado, laser no garfo auxiliando o encaixe perfeito, controle pré-programado de altura de palete, luzes limitadoras de espaço de operação dentre outros.

Mediante estas informações e pensando no cenário de higiene e segurança no trabalho, o investimento em empilhadeiras elétricas vai de encontro às necessidades locais da empresa em questão.

“Com relação à sustentabilidade financeira, o uso das empilhadeiras elétricas indica a possibilidade da diminuição de custos fixos operacionais e um aumento na produtividade e conseqüentemente na lucratividade da empresa. Estudos mostram que, verificando informações como o consumo médio, as horas trabalhadas, os meses trabalhados, os custos operacionais com manutenção e os custos do combustível, o uso das empilhadeiras elétricas gera uma economia em torno de 20%

quando comparadas às empilhadeiras a combustão convencionais (GEORGE, 2017 apud CARDOSO, 2019)”. “Número extremamente atrativo para empresas que estão em busca de sustentabilidade em longo prazo (ANTUNES, 2018 apud CARDOSO, 2019)”.

Por isso, tendencialmente ocorrerá um aumento nas frotas de empilhadeiras elétricas, mas para isso ocorrer será necessário investimento em infraestrutura. Um dos pontos principais é a construção de um local específico para o carregamento das baterias usadas nas empilhadeiras. “Este local é também conhecido como casa das baterias onde se não bem projetado e organizado pode oferecer riscos a integridade física dos trabalhadores (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015 apud CARDOSO, 2019)”.

Neste sentido o objetivo deste estudo foi projetar a sala de baterias para garantir a segurança dos trabalhadores com relação à área elétrica.

2. MÉTODO

A metodologia adotada foi dividida em três etapas, sendo a primeira a definição do escopo da obra, a segunda a elaboração e execução dos projetos e a terceira as medidas e validações finais.

2.1 Definição do escopo da obra

Visando atender as necessidades da empresa o primeiro passo na execução das atividades foi a definição detalhada do escopo da obra. Para tal, foi realizada uma reunião com os responsáveis pelo projeto e construção da sala de baterias visando especificar todos os detalhes pertinentes à mesma. A partir desta, iniciou-se o levantamento de todas as normas técnicas e de segurança pertinentes. Buscando a realização de um trabalho de excelência, foi usado o conceito da ferramenta Benchmarking que busca aprender com outras empresas, para auxiliar no processo de definição do escopo. Nesta direção, foi realizada uma reunião com um experiente funcionário de empresa multinacional fabricante de empilhadeiras elétricas e posteriormente uma visita a sala de baterias de uma empresa multinacional de segmento, porte e características semelhantes. Para o fechamento da primeira

etapa, foi realizada uma reunião com os responsáveis técnicos da empresa para oficializar todos os pontos essenciais da obra, tendo como foco três projetos na área elétrica: projeto de iluminação, projeto elétrico e projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).

“Ficou definido que no projeto de iluminação deveria ser considerada a utilização de luminárias blindadas com lâmpadas LED, uma iluminância com nível médio de 350 lux e o cumprimento das exigências da NBR 8995-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013 apud CARDOSO, 2019)”. “O projeto elétrico deveria considerar o cumprimento das exigências das normas NR-11, NBR 5410 e na especificação da fiação, infraestrutura, tomadas de força, quadro, entre outros, o ambiente com risco de incêndio e explosão (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2004) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004 apud CARDOSO, 2019)”. “O projeto do SPDA deveria considerar a malha de aterramento principal interligada aos pilares metálicos da estrutura e o cumprimento das exigências da NBR 5419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001 apud CARDOSO, 2019)”.

2.2 Elaboração dos projetos

O primeiro projeto elaborado foi o da iluminação, pois definirá a quantidade de luminárias necessárias, mediante exigências da empresa, o que impactaria o projeto elétrico. Em sequência, o projeto elétrico foi realizado e posteriormente o projeto do SPDA.

2.2.1 Projeto da Iluminação

Com base nas informações definidas no escopo, foi usado o software AltoQi Lumine V4 – DEMO para calcular o número de luminárias necessárias e a localização ideal de cada uma. A Figura 1 apresenta o ambiente de parametrização do software considerando o Método de Lúmens como base de cálculo. “Informações como dimensões da sala, especificações das luminárias a serem utilizadas, fator de manutenção, refletâncias do ambiente e iluminância desejada são necessárias para o cálculo (FILHO, 2006 apud CARDOSO, 2019)”.

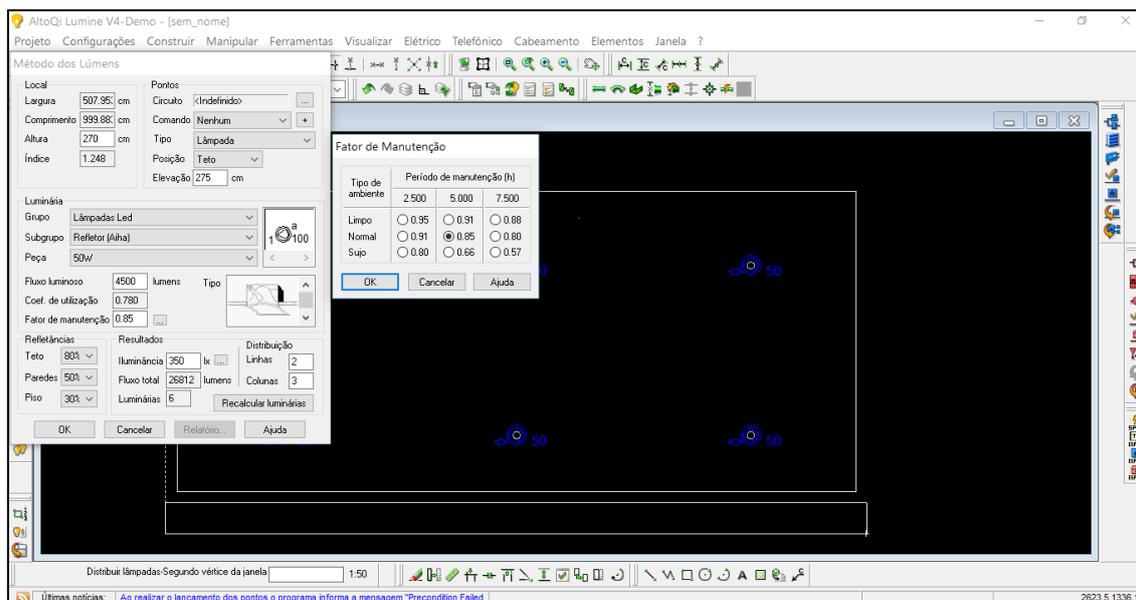


Figura 1 – Ambiente de parametrização do software Lumine da AltoQi.

Como resultado dos cálculos, obtivemos a necessidade de trabalhar com duas linhas e três colunas de luminárias.

2.2.2 Projeto Elétrico

Com base nas informações definidas no escopo, o projeto elétrico foi desenvolvido com intenso foco na segurança dos colaboradores, observando e seguindo a exigências da NR-10 e NBR 5410. “O projeto contemplou a possibilidade de desenergização total e/ou parcial da sala, a iluminação de emergência, o uso de barreiras e invólucros, o aterramento de toda a estrutura, a equipotencialização de todos componentes elétricos, dispositivos de proteção individuais e um dispositivo de proteção geral (CERVELIN, 2008 apud CARDOSO, 2019)”. A Figura 2 apresenta o projeto elétrico completo.

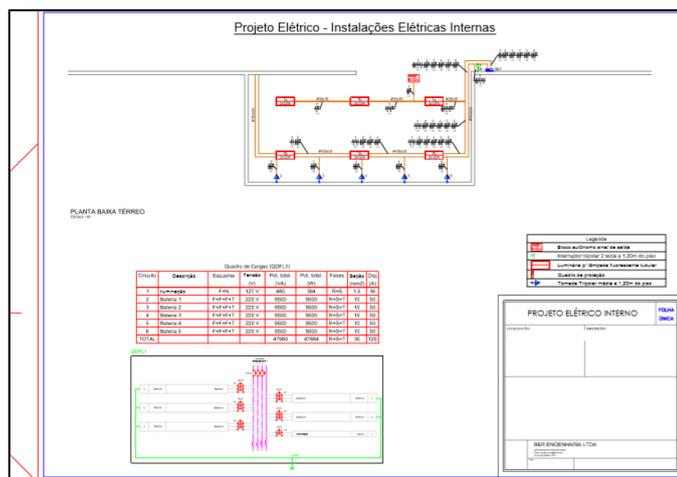


Figura 2 – Projeto elétrico completo.

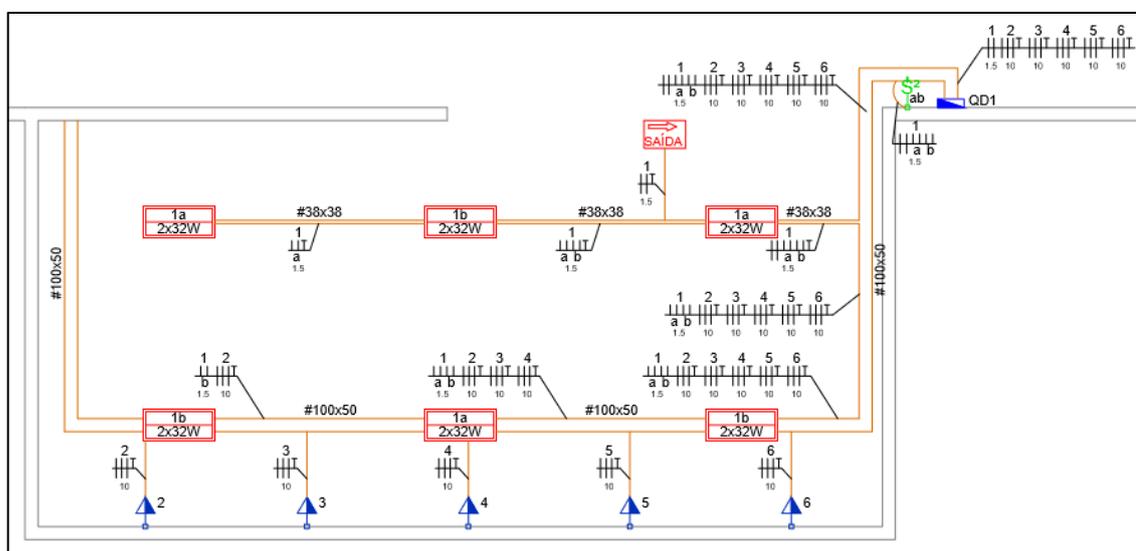


Figura 3 – Parte do Projeto elétrico com foco na iluminação de emergência aterramento e equipotencialização.

A Figura 3 apresenta parte do projeto onde é possível a visualização da iluminação de emergência, do aterramento e da equipotencialização entre os componentes elétricos. Também é possível verificar os pontos para a energização dos 5 carregadores de baterias com uso de tomada especial industrial do tipo *Stack*, além dos pontos de energização das luminárias Led blindadas. Cada componente elétrico com o seu respectivo condutor de proteção.

A Figura 4 apresenta parte do projeto onde é possível a visualização do quadro de distribuição de força e iluminação (QDFL) que acomoda os dispositivos de proteção e acionamento / seccionamento individuais e geral.

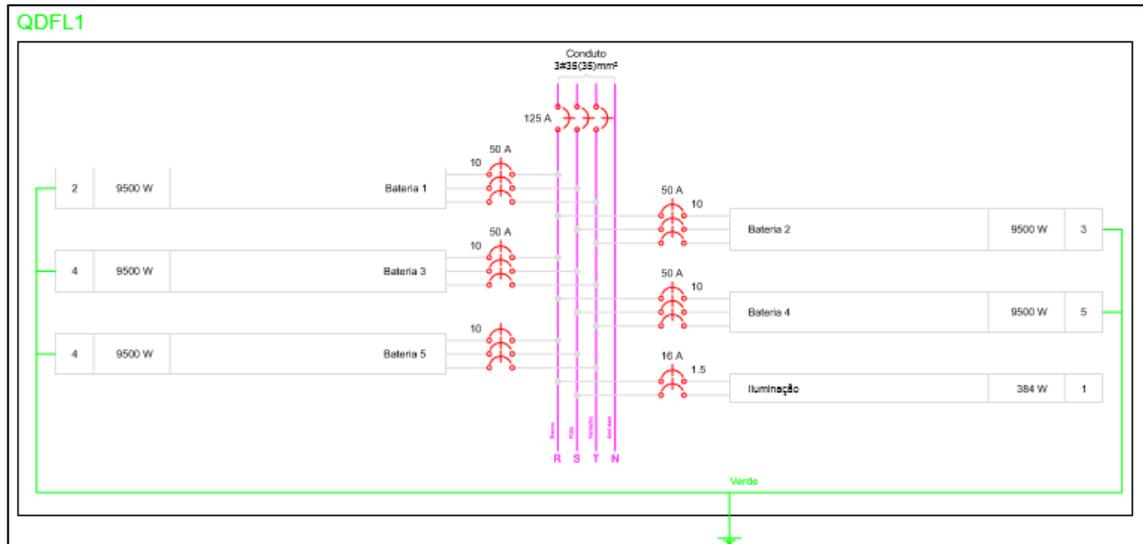


Figura 4 – Parte do Projeto elétrico com foco no QDFL.

A Figura 5 apresenta a versão final do QDFL onde é possível verificar o uso de barreira e invólucro como parte do sistema de segurança e proteção. O invólucro usado foi um quadro de sobrepor em chapa metálica com barramento central e a barreira utilizada foi uma chapa de acrílico sobreposta aos componentes elétricos impossibilitando o acesso aos pontos energizados.



Figura 5 – Versão final do QDFL. Na parte A está sem a barreira de acrílico e na parte B está com a barreira de acrílico.

2.2.3 Projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Elétricas (SPDA)

O projeto do SPDA foi desenvolvido com base nas informações definidas no escopo e no nível de proteção necessário para o local. A NBR 5419 classifica as construções e quatro níveis distintos. “Como a sala de baterias apresenta risco de incêndio e explosão, a mesma é classificada como nível I, o mais severo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001 apud CARDOSO, 2019)”. “O dimensionamento do projeto foi realizado através do método eletrogeométrico com o subsistema de captação e o subsistema de descida usando fita de alumínio e o subsistema de aterramento usando condutores de cobre nu 50mm² (FILHO, 2006 apud CARDOSO, 2019)”. A Figura 6 apresenta o projeto final completo.

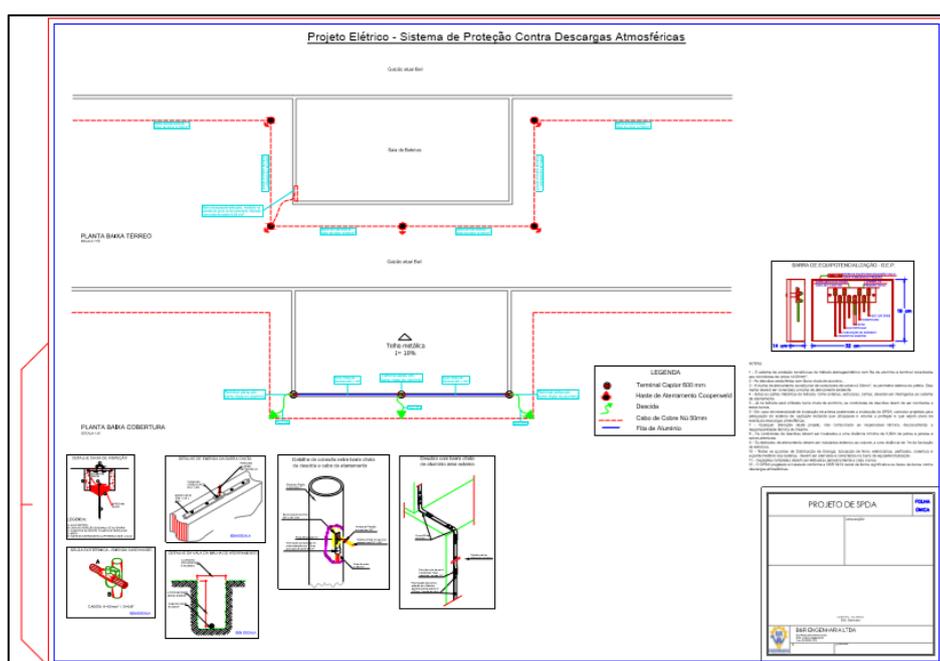


Figura 6 – Projeto do SPDA completo.

A Figura 7 apresenta a parte do projeto onde é possível a visualização da malha de aterramento e dos pontos onde foram posicionadas as hastes de aterramento.



Figura 7 – Parte do projeto do SPDA com foco na malha e locais das hastes de aterramento.

A Figura 8 apresenta a parte do projeto onde é possível a visualização dos terminais captadores no telhado, da fita de alumínio posicionada no telhado e das descidas.

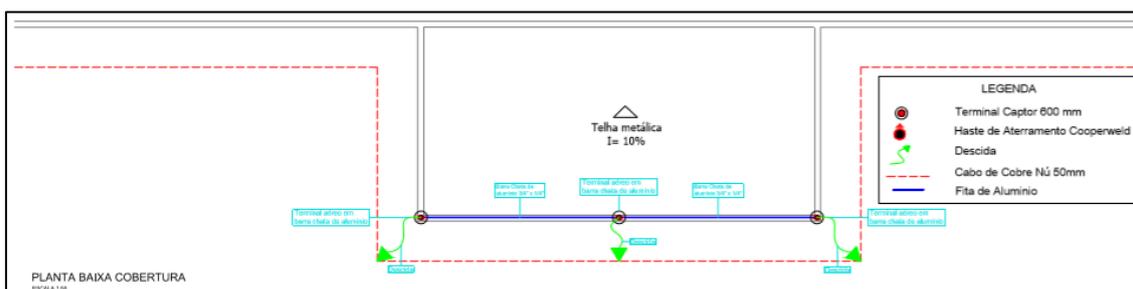


Figura 8 – Parte do projeto do SPDA com foco no telhado e na descida.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados foi realizada através de visitas periódicas, vistoria final da obra e medidas in loco.

3.1 Análise da Iluminação

Através de visitas periódicas e vistoria final foi possível verificar as condições das instalações das luminárias Led e realizar medidas para verificar a iluminação solicitada de 350 lux. A Figura 9 apresenta algumas medidas realizadas com um Luxímetro Digital, marca Minipa e modelo MLM – 1001. Os pontos escolhidos para

as medidas foram a entrada da sala, o centro da sala, os carregadores das baterias e o chuveiro lava olhos para emergências.

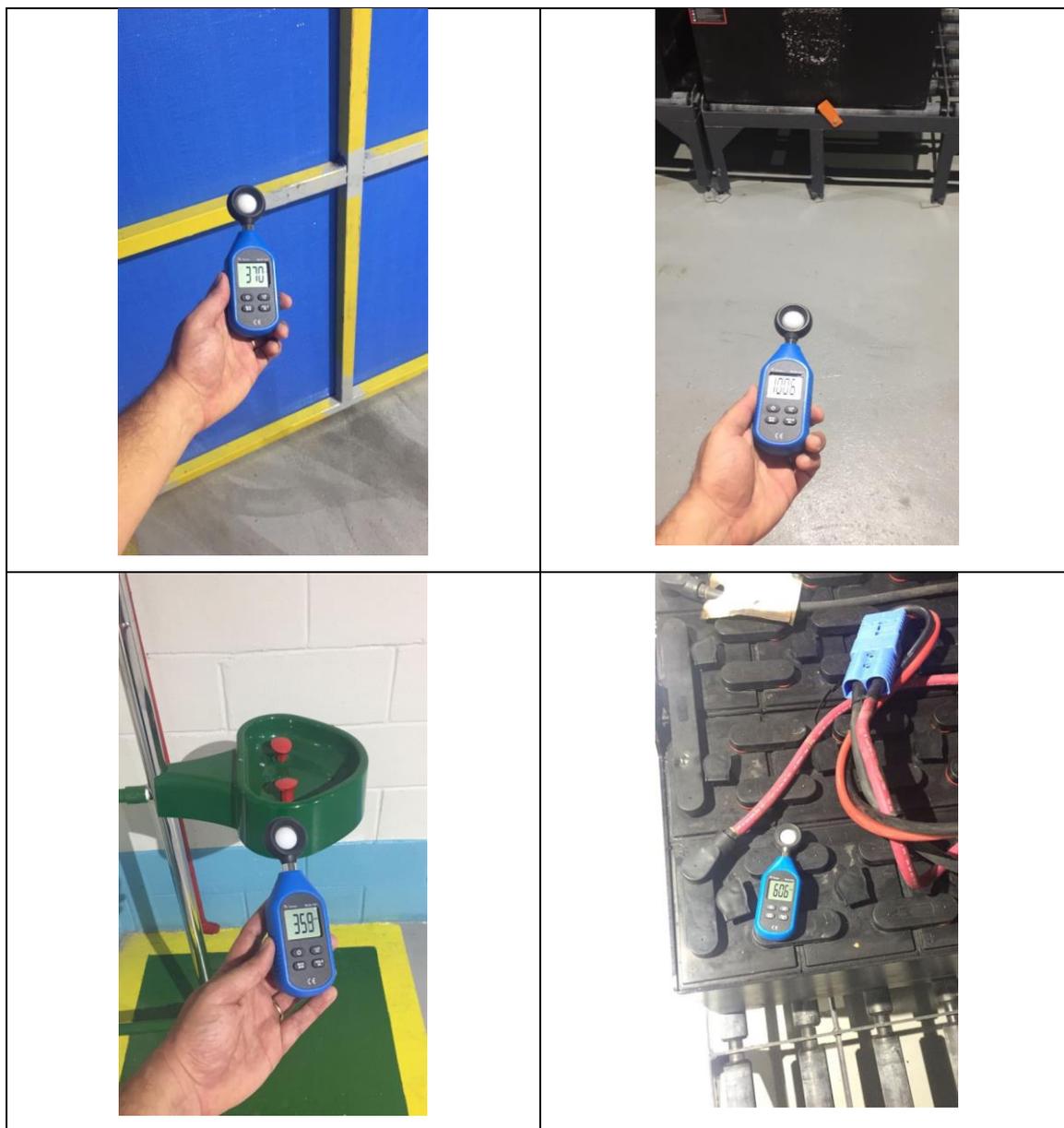


Figura 9 – Medidas realizadas na entrada, no centro da sala, no carregador de bateria e no chuveiro lava olhos.

As medidas comprovaram que o projeto foi bem-sucedido provendo uma iluminação sempre superior aos 350 lux solicitados considerando as extremidades da sala e os pontos de maior circulação dos colaboradores. Também foi possível verificar através das visitas e vistoria final que as características de refletância previstas no projeto foram obedecidas e que as luminárias foram instaladas nos pontos indicados no projeto.

3.2 Análise do Projeto Elétrico

Através de visitas periódicas foi possível o acompanhamento da execução do projeto elétrico que teve início na fixação das eletro-calhas, dos perfilados e dos eletrodutos. Em seguida os cabos foram passados e posteriormente as luminárias, as tomadas industriais, o quadro e demais itens foram instalados.

Após todo o circuito estar conectado, com o uso de um multímetro digital, cada ponto de alimentação pôde ser testado antes da energização das luminárias, carregadores e demais itens. Neste mesmo teste, foi possível verificar o funcionamento individual de cada dispositivo de manobra / proteção / seccionamento. Também foram verificados os potenciais dos fios de proteção, do ponto de equipotencialização no quadro e o funcionamento da iluminação de emergência.

3.3 Análise do Projeto do SPDA

Através de visitas periódicas foi possível o acompanhamento da execução do projeto do SPDA que teve início com a abertura das valetas em torno da sala de baterias com 50cm de profundidade e 100cm de distância da fundação. Nestas valetas foram enterrados os cabos de cobre nu de 50mm² e a cada 5,00 metros foram enterradas as hastes de aterramento de 3,00 x 5/8" sendo a conexão das hastes com a malha de aterramento feita através de grampo terra. Em seguida foram instalados alguns captos no telhado, levando em consideração que toda a sala possui cobertura metálica que foi usada como malha captora. As descidas foram feitas com fitas de alumínio que foram interligadas com o cabo de cobre nu de 50mm² através de conectores e parafusos inox, dentro de caixa de passagem / inspeção, constituindo assim um único sistema de SPDA em malha de captação, sistema de descida e sistema de aterramento. Foi executada ainda a caixa de equipotencialização do SPDA, que está conectada à malha de aterramento principal e a toda estrutura metálica da sala.

A Figura 10 apresenta uma das caixas de passagem / inspeção do sistema que possibilita as medidas de resistência.



Figura 10 – Caixas de passagem / inspeção.



Figura 11 – Medidas ôhmicas no sistema.

Como parte da análise do projeto do SPDA foram executadas algumas medidas ôhmicas no sistema com um instrumento de medida denominado Terrômetro Digital, marca Minipa e modelo MTR-1522. A Figura 11 apresenta alguns resultados, sendo que todos ficaram bem abaixo do máximo valor permitido de 5Ω .

A Figura 12 apresenta a caixa de equipotencialização do SPDA com as conexões da malha de aterramento e da estrutura metálica.

Importante ressaltar que o projeto e execução da sala de baterias foram desenvolvidos em parceria com uma empresa de construção civil.



Figura 12 – Caixa de equipotencialização.

4 CONCLUSÃO

Ao final das etapas propostas, foi realizada uma vistoria técnica de fechamento em conjunto com uma equipe técnica da empresa solicitante composta por responsável da área de Higiene e Segurança do Trabalho, engenheiro electricista e analista logístico responsável pela sala de baterias. Nesta, todos os pontos definidos no escopo inicial foram minuciosamente discutidos, verificados e aceitos evidenciando o cumprimento das normas técnicas e de segurança pertinentes tendo como foco a segurança dos colaboradores que irão atuar neste local.

“O projeto de iluminação teve foco em assegurar a visualização adequada do ambiente, permitindo que as pessoas vejam, se movam com segurança e desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, precisa e segura, sem causar fadiga visual e desconforto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013 apud CARDOSO, 2019)”. “O projeto das instalações elétricas teve foco na segurança dos colaboradores nas instalações e serviços envolvendo eletricidade considerando o ambiente com risco de incêndio e explosão (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2004 apud CARDOSO, 2019)”. “O projeto do SPDA teve foco na proteção dos colaboradores e do patrimônio contra descargas atmosféricas que podem causar incêndios, choques, queima de equipamentos, dentre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001 apud CARDOSO, 2019)”.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, H. ID Logistics aposta na qualidade e na tecnologia das empilhadeiras de lítio BYD. **BYD**, 2018. Disponível em: <http://www.byd.ind.br/noticias/id-logistics-aposta-na-qualidade-e-na-tecnologia-das-empilhadeiras-de-litio-byd/>. Acesso em: 27 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16404**: Bateria chumbo-ácido estacionário ventilado – Requisitos de instalação e montagem. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2001.

CAPASSI, N. O mercado mudou! **Revista Logística & Supply Chain**, 2017. Disponível em: <https://www.imam.com.br/logistica/noticias/supplychain/2967-o-mercado-mudou>. Acesso em: 27 mar. 2019.

CERVELIN, S. **Instalações elétricas prediais – Teoria & Prática**. Curitiba: Base Livros Didáticos, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA Resolução nº 432: Estabelece novas fases de controle de emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos, e dá outras providências. Publicada no DOU nº 134, pág. 69, 2011.

FILHO, J.M. **Instalações elétricas industriais**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
GEORGE, V. Líder em Sustentabilidade. **JUNGHEINRICH**, 2017. Disponível em: <https://www.jungheinrich.com.br/empresa/cases-de-sucesso/lider-em-sustentabilidade/>. Acesso em: 27 mar. 2019.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 11** - Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. Disponível em: http://trabalho.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr_11.pdf. Acesso em: 27 mar. 2019.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 10** – Segurança em instalações e serviços em eletricidade, 2004. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>. Acesso em: 28 mar. 2019.