



Artigo

Diagnóstico energético e adequação à NR 10 e NBR 5410 em instalação elétrica comercial

Guilherme Quaresma Medina^[1], Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella^[2]

^[1] Universidade Federal Rural do Semi-árido; guiqm100@gmail.com

^[2] Universidade Federal Rural do Semi-árido; fkv@ufersa.edu.br

Recebido: 14/03/2022;

Aceito: 12/06/2022;

Publicado: 30/06/2022.

Resumo: As normas regulamentadoras NR 10:2004 e NBR 5410:2004, tem como objetivo estabelecer requisitos para implementação de medidas de controle, estabelecendo condições que devem satisfazer às instalações elétricas de baixa tensão. Adequar-se a elas além de preservar a saúde e segurança, integridade de todos envolvidos direta ou indiretamente com instalações elétricas, torna a instalação mais eficiente, durável e confiável. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo realizar um diagnóstico energético de uma instalação elétrica comercial, sintetizando as coerências e incoerências normativas encontradas, desenvolvendo soluções para adequação e posteriormente realizando a correção das mesmas. Os resultados mostraram que as medidas indicadas e executadas, sanaram todas as anomalias na instalação elétrica tornando-a eficiente e segura.

Palavras-chave: NBR 5410, NR 10, diagnóstico energético, instalação elétrica

Abstract: The regulatory standards NR 10:2004 and NBR 5410:2004, aim to establish requirements for the implementation of control measures, establishing conditions that must satisfy low voltage electrical installations. Adapting to them, in addition to preserving the health and safety, integrity of everyone involved directly or indirectly with electrical installations, makes the installation more efficient, durable and reliable. Therefore, the present work aims to carry out an energy diagnosis of a commercial electrical installation, synthesizing the normative coherence and inconsistencies found, developing solutions for adequacy and subsequently correcting them. The results showed that the measures indicated and carried out, resolved all anomalies in the electrical installation, making it efficient and safe.

Key-words: NBR 5410, NR 10, energy diagnosis, electrical installation

1. INTRODUÇÃO

As instalações elétricas compreendem a implementação física dos componentes das ligações elétricas entre a fonte geradora de energia e as cargas elétricas. Qualquer tipo de instalação elétrica, é regida por alguma norma e nas instalações elétricas de Baixa Tensão (BT), as principais normas que trazem requisitos mínimos de segurança e funcionamento dessas instalações são as NR 10 e NBR 5410, ambas do ano de 2004 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Através de um diagnóstico energético é possível chegar-se a uma maior eficiência energética, como também torna a instalação elétrica segura e durável. Com a identificação de focos de desperdício ou de mal funcionamento, os profissionais habilitados traçam as medidas corretivas evitando o desperdício de energia elétrica e problemas futuros.

Analisando a instalação e com a síntese das principais causas da ineficiência, elaborou-se medidas corretivas e adequação do projeto elétrico. Medidas pensadas não apenas em eficiência e segurança, mas que também atendam às necessidades do consumidor final.

Diante de todo o exposto, este trabalho tem como objetivo realizar a inspeção e a verificação da instalação elétrica de uma clínica na cidade de Mossoró-RN baseando-se na NR 10:2004 e NBR 5410:2004. Inicialmente será realizado um diagnóstico energético, seguido de inspeção visual e, por fim, a realização das adequações normativas necessárias serão realizadas.

2. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO E NORMAS REGULAMENTADORAS

Nesta seção tem-se de forma sintética definições que estão diretamente relacionadas ao escopo do trabalho.

2.1 Diagnóstico energético

Diagnóstico energético é um trabalho de levantamento das condições e características técnicas e funcionais de uma instalação, quanto ao consumo de energia. O mesmo utiliza como base o histórico de consumo e funcionamento da instalação, descrição, levantamento dos sistemas e equipamentos energéticos, na identificação dos desperdícios e funcionamento anormal, chegando-se finalmente à elaboração de medidas corretivas [2].

2.2 Normas regulamentadoras e brasileiras

Atualmente existem 36 Normas Regulamentadoras (NR) tendo cada NR uma abordagem específica. As NR'S são de observância obrigatória pelas organizações e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo, Judiciário e Ministério Público, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT. As Normas Brasileiras fazem parte de um grupo de diretrizes elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Apesar de não serem exigidas legalmente, suas aplicações são utilizadas para padronização de processos produtivos, procedimentos de gestão e documentos [3].

A NR 10:2004 e NBR 5410:2004 estabelecem os requisitos e condições mínimas com o objetivo de implementar medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

As normas mencionadas aplicam-se às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, [3], incluindo a inspeção predial (análise isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação [4]); a inspeção visual (que sozinha não é suficiente para avaliação completa da instalação junto aos parâmetros mínimos da NR10 e NBR 5410, sendo necessário utilizar-se de equipamentos que auxiliem o diagnóstico [5]); o projeto elétrico (apresenta soluções possíveis de serem implementadas para a resolução de determinados problemas, definindo a forma que a energia elétrica será conduzida da rede de distribuição até os pontos de utilização, os circuitos terminais [6]); o quadro elétrico (equipamento formado por chaves, disjuntores e fusíveis e é responsável por distribuir a eletricidade, sendo destinado a receber a energia elétrica de uma ou mais fontes de alimentação e distribuí-las [7]) e a manutenção corretiva (consiste na atuação para adequação, correção de falha ou do desempenho menor que o esperado [8]).

3. METODOLOGIA

Nesta seção será descrita a área de estudo bem como a forma que foi analisada. Estando presente a visão dos problemas observados pelo proprietário do objeto de estudo, assim como, as informações dos equipamentos que foram utilizados para realização do diagnóstico e a forma de utilização destes. Na sequência estão presentes constatações das aferições feitas com os mesmos aqui descritos, sendo possível por meio das normas verificar e identificar as incoerências na instalação e finalmente realizar adequação.

3.1 Área de estudo

A instalação elétrica de baixa tensão objeto deste estudo, pertence a uma clínica obstétrica localizada em Mossoró-RN. A clínica existe há 7 anos e localiza-se em um andar de um edifício comercial. Neste local são vendidas salas comerciais para serem remodeladas a fim de atender o uso final. Através de observações feitas pelo proprietário, foi possível identificar inicialmente as incoerências no funcionamento e segurança da

instalação. Diante disso, o principal foco é inspecionar as instalações, verificando as informações prévias, para chegar-se as possíveis causas do funcionamento inadequado, chegando a um diagnóstico e posteriormente correção e adequação da instalação seguindo as especificações presentes nas normas NR10:2004 e NBR 5410:2004.

3.2 Principais incoerências observadas pelo proprietário

No primeiro contato com o proprietário foram repassadas as anomalias detectadas na instalação, e o principal problema informado pelo mesmo tratava-se da dificuldade em manter e ligar os dois aparelhos de ar-condicionado ao mesmo tempo, bem como foi informada a existência de oscilações de energia elétrica causadas normalmente nos primeiros 30 minutos após ligar os equipamentos simultaneamente. O segundo problema listado foram as oscilações no equipamento de ultrassom, aparelho utilizado diretamente em contato com as pacientes atendidas diariamente, e mesmo possuindo *nobreak*, para alimentar em caso de possíveis quedas de energia, o proprietário destacou a importância da certeza da proteção, tanto do equipamento quanto dos pacientes.

Foi repassado também uma possível energização das carcaças metálicas de alguns aparelhos, principalmente os de ar-condicionado. Após necessidade de manutenção dos mesmos, o técnico executor do processo de manutenção levou vários choques, situação de alto risco que não deveria acontecer, logo mostrando inconformidade com a NBR 5410:2004, onde toda edificação deve dispor de uma infraestrutura de aterramento, denominado eletrodo de aterramento o qual deve manter equipotencialização. Este eletrodo satisfaz os requisitos de segurança; conduzindo as correntes de falta à terra sem risco de danos térmicos, termomecânicos e eletromecânicos, ou de choques elétricos causados por essas correntes [5].

3.3 Inspeção in loco das instalações elétricas

A inspeção na clínica foi realizada com intuito de verificar as instalações elétricas com base nos critérios determinados pela norma NR 10, NBR 5410/2004 e nas observações e mencionadas pelo proprietário. Com base na verificação e análise utilizando da inspeção visual, alicate amperímetro e câmara termográfica foram encontradas inconformidades que serão mostradas e discutidas ao longo do artigo. Para verificação dos níveis de tensão e de corrente nos circuitos terminais, utilizou-se alicate amperímetro digital Minipa de modelo ET-3200B. Este equipamento possui display iluminado, sendo capaz de medir correntes e tensões alternadas e contínuas, resistência elétrica capacitância e continuidade. Ele é composto de duas pontas de prova que permite principalmente medir tensão e resistência, uma garra para medir corrente elétrica que passa nos condutores.

A câmara termográfica pontual com ranger de -25°C a 300°C Flir TG165-X, foi utilizada para verificação de possíveis pontos quentes no quadro elétrico. Esse equipamento auxilia na visualização dos pontos quentes e frios que podem indicar falhas elétricas e falhas mecânicas. Essa ferramenta de medição e geração de imagens sem contato, exibe anomalias de temperatura na tela, permitindo a inspeção eficiente e identificação da fonte dos problemas mais rapidamente do que com um termômetro infravermelho de ponto único [9].

3.4 Verificação da documentação existente

Na visita inicial e através de consulta, foi obtida a informação a respeito da inexistência de projeto elétrico na instalação. De acordo com o proprietário, uma remodelação alterou totalmente a instalação elétrica previamente existente fornecida pelo prédio. No caso as salas comerciais do prédio eram vendidas vazias para que os novos proprietários modelassem e fizessem a instalação elétrica necessária à sua necessidade, existindo apenas entrega geral de energia elétrica.

Em consulta realizada ao item 6.1.8.1 da NBR 5410:2004 observa-se que a instalação deve ser executada a partir de projeto específico, que deve conter, no mínimo: plantas; esquemas unifilares e outros, quando aplicáveis [5]. No caso específico desta instalação, mostrou-se inviável fazer um projeto elétrico posterior através de mapeamento, devido à dificuldade de acesso ao forro, local onde estava a maioria dos eletrodutos instalados após a remodelagem, uma vez que na remodelagem do ambiente não foi pensado em futuras intervenções elétricas, havendo um pequeno espaço para acesso com a retirada de luminárias de 30x30 cm.

3.5 Levantamento das cargas e croqui

Sendo composta de um total de cinco ambientes, conforme croqui, mostrado na Figura 1, a clínica de obstetrícia contava com dois consultórios, sala de procedimentos, recepção e banheiro totalizando algo em torno de 170 m². Na recepção encontrava-se o quadro elétrico, próximo a porta de entrada. Em seguida observa-se a Tabela 1, que mostra a síntese das áreas de cada ambiente existente na referida clínica.

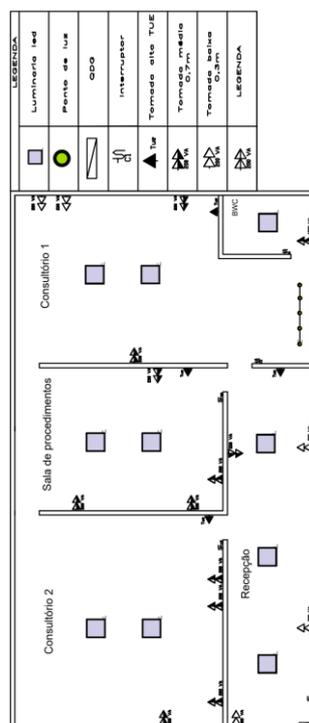


FIGURA 1. Croqui da clínica de obstetrícia
Fonte: Autoria própria, 2021.

TABELA 1. Área aproximada dos ambientes

Ambiente	Área (m ²)	Perímetro (m)
Consultório 1	39,60	25,26
Consultório 2	50,04	28,29
Sala de Procedimento	33,59	23,7
Recepção	34,60	30
Banheiro	6,00	10

Fonte: Autoria própria, 2021.

Seguindo as etapas de projeto, através da listagem dos equipamentos, verificação da quantidade de tomada de uso Geral (TUG) e Tomada de Uso Específico (TUE) por ambiente (*vide* Tabela 2), foi possível analisar se a instalação seguia o previsto na NBR 5410:2004, que atribui o mínimo de pontos de tomadas e iluminação de acordo com o tamanho dos ambientes. Nesta etapa também foi possível analisar a carga máxima da instalação, e no caso, foram considerados os valores de potência média dos equipamentos do mesmo tipo [10].

TABELA 2. Levantamento de cargas

Ambiente	Cargas uso geral	Potência aprox.	Cargas uso específico	Potência aprox.
Consultório 1	Televisão 55"	350 W	Ar-condicionado	2200 W
	Computador	300 W		
	Impressora	45 W		
	Telefone	5 W		
	Frigobar	90 W		
	Ultrassom	85 W		
Consultório 2	Iluminação	105 W	Ar-condicionado	2200 W
	Laptop	70 W		
	Impressora	45 W		
	Telefone	5 W		
Sala de Procedimento	Iluminação	60 W	Ar-condicionado	2200 W
	Computador	300 W		
Recepção	Televisão 55"	350 W	Ar-condicionado	2200 W
	Telefone	5 W		
	Impressora	45 W		
	Purificador de água	200 W		
	Iluminação	90 W		
Banheiro	Iluminação	30 W		
Total geral:		11340 W		

Fonte: Autoria própria, 2021.

Por meio do levantamento aproximado de carga, foi mensurada a potência máxima média consumida da instalação registrando um total de 11.340 W, mostrando que o circuito de alimentação e disjuntor existente na instalação estava coerente, uma vez que em uma ligação monofásica a corrente nominal é dimensionada pela Equação (1), chegando ao valor de 56,02 A, sendo esta instalação alimentada por um disjuntor de 63 A. Ressalta-se que neste cálculo o valor do fator de potência considerado refere-se ao valor mínimo determinado pelas concessionárias de energia, no caso, 0,92.

$$I_p = \frac{P_n}{V * \cos \theta} \quad (1)$$

Sendo:

I_p : corrente do projeto do circuito, em ampères;

P_n : potência nominal do circuito, em watts;

V : tensão entre fase e neutro, em volts;

$\cos \theta$: fator de potência.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De posse dos dados já mencionados na seção 3, a referida seção tratará sobre todas as análises realizadas, incluindo também a análise da inspeção visual do quadro elétrico e dos resultados dos testes com os equipamentos, sendo possível através de consultas às normas, identificar as divergências normativas na instalação de BT da clínica analisada. Vale mencionar que partindo das dificuldades identificadas na seção 3, e sabendo da importância de seguir o mínimo estabelecido nas normas, ressaltando também que de acordo com a situação, do pouco tempo de execução das intervenções e verificações, por se tratar de uma clínica de obstetrícia com horários e agendamento de pacientes bem definidos, não seria possível e nem viável para o proprietário uma remodelação completa, sendo colocado pelo mesmo a importância de uma readequação pontual que não altere bruscamente os compromissos com os pacientes e nem as configurações existentes de maneira a impedir a realização do trabalho.

4.1 Inconformidades encontradas por inspeção do quadro elétrico e circuitos terminais

Na sequência da inspeção in loco das instalações através da observação do quadro, verificou-se a ausência de uma identificação coerente dos circuitos terminais, e também a diminuição da seção nominal do condutor de aterramento que era fornecida com seção de 16 mm² e foi reduzida para 4 mm² sendo conectado no barramento de terra do quadro como demonstrado na Figura 2.



FIGURA 2. Condutor de aterramento com diminuição da seção nominal
Fonte: Autoria própria, 2021.

Observou-se também a elevada ocupação e desorganização dos eletrodutos que saiam pelo quadro elétrico para os circuitos terminais, com total de 9 circuitos divididos em dois eletrodutos de 25 mm² e um total de 27 condutores distribuídos nos mesmos, uma vez que de acordo com a tabela 42, consultada na NBR 5410:2004, a capacidade de condução de corrente está diretamente associada a taxa de ocupação dos eletrodutos, sendo necessário correção aplicável a condutores agrupados em feixe. Além disso, observou-se incoerência no dimensionamento da seção nominal dos condutores, principalmente nos circuitos de uso específico.

As TUE'S estavam alimentadas com condutores de seção nominal de 2,5 mm², que em uma situação ideal alimentaria as potências dos aparelhos de ar-condicionado Split Inverter 24000 BTU'S. Normativamente para 2 condutores carregados conforme consulta à tabela 36 da NBR 5410:2004, condutores de seção 2,5 mm² suportam até 24 A [5]. Porém ao multiplicar pelo fator de correção 0,45, retirado da consulta realizada a tabela 42 da mesma norma, que é dado pela taxa de ocupação mencionada anteriormente, tem-se que para essa seção a capacidade de condução diminuirá para 10,8 A, não sendo capaz de entregar de forma segura as correntes necessitadas pelos aparelhos de ar-condicionado. Logo tal fato, justifica a dificuldade de utilizar os aparelhos condicionadores de ar, informações repassadas pelo proprietário no início da seção III, além disso, demonstra a insegurança e ineficiência energética da instalação [5].

Foi observado também a existência de um disjuntor diferencial residual que estava desconectado e sem utilização. A alta taxa de ocupação dos eletrodutos 2 e 3 é demonstrado na Figura 3, utilizados para circuitos terminais. Em contrapartida, no eletroduto 1 de alimentação vinda do prédio, a ocupação está coerente com a NBR 5410 onde, a taxa máxima de ocupação de eletrodutos em relação à área da seção transversal não deve ser superior a 53% para um condutor ou cabo, 31% para dois condutores ou cabos e 40% para três ou mais condutores ou cabos.

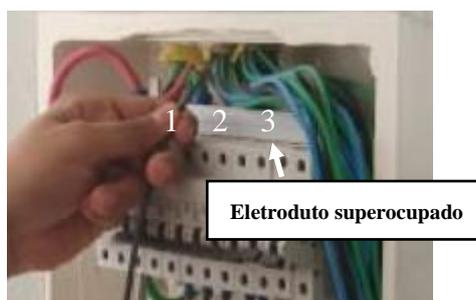


FIGURA 3. Quadro de distribuição da clínica
Fonte: Autoria própria, 2021.

4.2 Inconformidades encontradas através de testagem com os equipamentos

Iniciadas as verificações com os equipamentos, utilizou-se o alicate amperímetro para identificação dos circuitos terminais e mapeamento da instalação. Através dos testes de continuidade foi possível realizar levantamento da distribuição e agrupamento das TUG'S, bem como identificação dos circuitos de uso específico e iluminação. Os vários testes com o alicate, mostraram que o agrupamento e distribuição das TUG'S nos circuitos terminais, estavam coerentes com a NBR 5410, onde o número de pontos de tomada e potência deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados.

A clínica possui oito pontos de tomadas para cada um dos ambientes, no caso, na recepção, sala de procedimento, consultório 1 e 2 e ainda outros dois pontos de tomada no banheiro, de acordo com a 5410:2004, com a atribuição das respectivas potências indicadas para cada ambiente específico e pela sua área como mencionado anteriormente, foi possível fazer um somatório das potências das TUG'S atribuídas, totalizando 4400 W. Utilizando a capacidade de corrente mencionada anteriormente e de acordo com a NBR 5410:2004, os dois circuitos de TUG'S existentes no quadro elétrico com seção nominal de 2,5 mm² e com capacidade de 10,8 A, estão protegidos por disjuntores de 20 A, que suprem com segurança a necessidade das cargas das TUG'S analisadas.

Embora as cargas distribuídas das TUG'S estivessem coerentes com a capacidade de corrente dos circuitos terminais das mesmas, foi possível observar, através de testes adicionais, que algumas tomadas TUG'S não estavam aterradas, logo estavam desconforme e trazendo insegurança, uma vez que todo quadro elétrico deve possuir o condutor terra instalado em todos os circuitos elétricos, inclusive nos circuitos de iluminação, quando necessário [5]. A ausência de aterramento nas TUG'S gerou instabilidade principalmente no equipamento de ultrassom e a ausência de aterramento das condensadoras e ausência de circuitos TUE'S, causou energização das carcaças chegando aproximadamente 37V. Tal identificação está de acordo com as informações passadas pelo proprietário no primeiro contato com o mesmo e comprovadas através de teste com alicate amperímetro. A Figura 4, mostra a carcaça de ar-condicionado energizada, onde na imagem retrata a medição de tensão realizada entre a carcaça de ar-condicionado e aterramento.



FIGURA 4. Energização das carcaças do ar-condicionado
Fonte: Autoria própria, 2021.

Continuando a análise, ainda em relação às cargas de uso específico, que se trata dos aparelhos de ar-condicionado, percebeu-se que além da energização das carcaças metálicas das condensadoras, mostrada na Figura 4, foi possível identificar o compartilhamento do condutor neutro dos circuitos específicos, o que gerou o principal problema no suprimento de potência durante o funcionamento dos aparelhos. A corrente no neutro estava alta, pois um único circuito de neutro estava alimentando 2 aparelhos de ar condicionado, estando totalmente desconforme com a NBR 5410:2004 e trazendo insegurança a instalação. Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada [5].

Quando as cargas de iluminação foram testadas foi verificada a ausência de aterramento nas mesmas, e os condutores de aterramento chegavam até aos pontos de iluminação, mas não estavam conectados. Foi identificado também que ocorriam oscilações de energia no ambiente e as lâmpadas estavam queimando com

bastante facilidade. Vale informar que tais lâmpadas em sua maioria são de tecnologia tipo LED com uma vida útil e eficiência elevada.

Na instalação elétrica da clínica não havia supressores de surto fase e neutro, sendo prevista a obrigatoriedade na NBR 5410 no item 5.3.4.2.1. Essa seção da Norma informa que as instalações devem ser providas de dispositivos que assegurem proteção contra sobrecargas em todos os pontos onde uma mudança (por exemplo, de seção, de natureza, de maneira de instalar ou de constituição) resulte em redução do valor da capacidade de condução de corrente dos condutores. Por fim, as imagens termográficas, que serão apresentadas nos resultados da intervenção, possibilitaram a observância de pontos quentes no quadro elétrico, e os circuitos de uso específico demonstraram aquecimento, aquecimento este que possivelmente estava relacionado às incoerências dos circuitos terminais, e também com seção nominal incoerentes com a NBR 5410, como mencionado anteriormente.

4.3 Medidas corretivas propostas

Após inspeção do quadro e testagem com os equipamentos, foram propostas medidas corretivas da instalação para o proprietário, com informações das inconformidades normativas e o que estas estavam gerando relacionadas com o diagnóstico previamente realizado.

- Correção dos circuitos sem aterramento e aterramento das carcaças metálicas das condensadoras dos aparelhos de ar condicionado, como também aterramento de toda iluminação.
- Desassociação de neutro compartilhado nos aparelhos de ar-condicionado, correção dos condutores das TUE'S com aumento da seção nominal de 2,5 mm² para 4 mm² e correção da alimentação invertida dos mesmos.
- Instalação de um novo circuito de uso específico para tomada que alimentava o aparelho de ultrassom.
- Identificação dos circuitos terminais através de etiquetas e marcações nos cabos dentro da tampa do quadro, e sinalização.
- Instalação de dispositivos supressores de surto neutro e fase, bem como instalação do Dispositivo Diferencial Residual (DDR).
- Correção da diminuição da seção nominal do aterramento fornecido pelo edifício com substituição da emenda de 4 mm² para 16 mm².
- Diminuição da taxa de ocupação dos eletrodutos através de instalação de um Barramento de Equipotencialização Local (BEL) para o aterramento da instalação elétrica da clínica.
- Elaboração de diagrama unifilar para representação exata dos circuitos elétricos e seus componentes.

4.4 Execução das medidas corretivas

Repasadas as medidas propostas para o proprietário e após análise do mesmo, foram iniciadas as correções da instalação em dias e horários sem atendimento na referida clínica. Na correção dos circuitos de aterramento não foram encontradas muitas dificuldades, pois a maioria possuía o condutor próximo aos pontos necessários, mas estes estravam sem conexão.

Para aterramento das carcaças metálicas das condensadoras e correção da alimentação que estava invertida, o acesso era ruim e inseguro por se tratar do quinto andar e os aparelhos estarem na parte externa do edifício, além da existência de outros aparelhos de outras salas muito próximos. Foi necessária a instalação de novos eletrodutos na parte superior do forro até as condensadoras para passagem dos novos condutores de 4 mm² terra, neutro e fase, corrigindo a seção nominal anterior e a associação de neutros irregular.

Com a nova alimentação das condensadoras, também foi possível levar a partir circuito interno das mesmas a alimentação para as evaporadoras, estando presente nesse circuito bornes necessários para a alimentação, uma vez que se tratava de ar-condicionados inverter e era a forma correta de ligação presente no manual ignorada anteriormente.

O equipamento de ultrassom que anteriormente estava sem aterramento e sendo utilizado em tomada de uso geral, foi conduzido para um circuito individual, ou seja, foi conectado à uma TUE, visando maior proteção e controle de quaisquer possíveis oscilações futuras na instalação e facilidade de manobra e identificação.

No quadro elétrico foram marcados os circuitos terminais e identificados através de etiquetas e devidamente sinalizados na parte externa. Também foram instalados supressores de surto fase e neutro e um disjuntor diferencial residual para toda a instalação.

A alta taxa de ocupação dos eletrodutos foi sanada através da criação de um BEL (Barramento de Equipotencialização Local), desafogando os eletrodutos 2 e 3 mostrado na Figura 3 que estavam sobrecarregados, sendo necessário o corte de alguns condutores que iriam ser substituídos para conseguir retirá-los. O BEL foi instalado em uma caixa secundária possuindo apenas um barramento de terra para aterramento das massas, e o mesmo barramento conectado ao principal por um condutor de 16 mm², alterando de forma insignificante a impedância do aterramento anterior.

Todas as alterações foram feitas a partir do diagrama unifilar da instalação elétrica, contendo a representação exata dos circuitos elétricos e seus componentes, o Apêndice 1, retrata diagrama unifilar seguido para readequação.

4.5 Resultados da intervenção

Realizadas as correções foi possível sintetizar os resultados das mesmas. Com a instalação dos eletrodutos para a alimentação correta dos ares-condicionados, realizado o aterramento das carcaças para desernegação e dissociação de neutro e após testagem nenhuma das ocorrências anteriores se repetiram. Os equipamentos tiveram funcionamento mútuo, fluido com carcaças em 0V e com as correntes de fase e neutro condizentes com seu consumo. Na Figura 5 é possível visualizar os novos eletrodutos instalados, e testagem da tensão nas carcaças, a testagem foi feita utilizando a grade parafusada no chão como referência 0 V em contato com a ponta de prova negativa e a positiva em contato com a carcaça da condensadora.



FIGURA 5. Eletrodutos instalados e testagem da carcaça
Fonte: Autoria própria, 2021.

A Figura 6, mostra a ligação anterior e a correção feita com condutores vindos da condensadora, a remoção de emendas malfeitas e correção das cores dos condutores determinados pela norma.

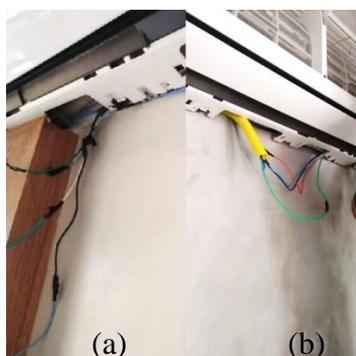


FIGURA 6. Ligação anterior (a) incorreta e dos (b) novos condutores de alimentação das evaporadoras vindos do circuito interno das condensadoras
Fonte: Autoria própria, 2021.

A especificação da tomada do equipamento de ultrassom, sendo disponibilizado para o mesmo um circuito TUE com aterramento adequado, sanou as oscilações no aparelho de ultrassom deixando o mesmo sem interferência e com uma proteção maior e satisfatória. O aterramento de toda a iluminação e a correção das outras incoerências, resultaram na diminuição da quantidade de lâmpadas queimadas e sanou as oscilações nas mesmas. A Figura 7 mostra o aterramento de todas as luminárias da clínica



FIGURA 7. Processo de aterramento das luminárias
Fonte: Autoria própria, 2021.

Os circuitos e componentes do quadro elétrico foram trocados e inseridos DPS fase e neutro e disjuntor diferencial residual, protegendo contra surto de tensão e correntes que poderiam causar choques elétricos. Os condutores de saída foram marcados e identificados de acordo com diagrama unifilar. Bem como a etiquetagem para definição de cada circuito foi feita facilitando manobras e trazendo maior segurança. A Figura 8, mostra as alterações e correções citadas.

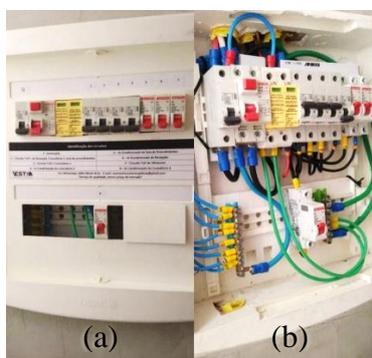


FIGURA 8. Registro da parte interna e externa do quadro elétrico (a) Identificação dos circuitos terminais
(b) Componentes e dispositivos instalados
Fonte: Autoria própria, 2021.

A instalação do BEL sanou os problemas causados devido à alta taxa de ocupação, bem como liberou a seção transversal do eletroduto prevista em norma para as configurações da instalação. A NBR 5410:2004 permite o compartilhamento de terra, medida aplicada visando melhor custo-benefício e evitando maiores intervenções civis. A Figura 9 mostra a nova taxa de ocupação e o BEL instalado.

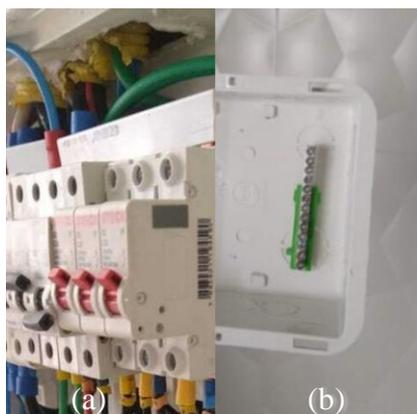


FIGURA 9. (a) Eletrodutos 1 e 2 com taxa de ocupação menor (b) Caixa de sobrepor com barramento BEL
Fonte: Autoria própria, 2021.

Através do aumento da seção do condutor terra fornecido pelo prédio de 16 mm², com a união para um de mesma seção nominal e isolamento com fita de alta fusão na junção, foi possível chegar até o ponto de conexão no barramento com a seção nominal correta, a diminuição tinha sido feita devido condutor do prédio não chegar até o barramento. Com a correção da diminuição incoerente da seção nominal do fio de aterramento, tornou o aterramento seguro e coerente com o previsto em norma, conforme mostra a Figura 10.

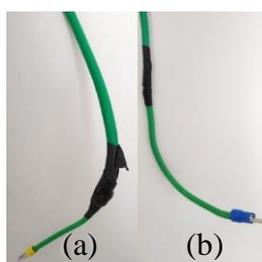


FIGURA 10. Correção da emenda do condutor de terra com seção nominal diminuída
(a) Emenda com cabo de 4 mm² e fita isolante comum (b) Emenda com fio de 16 mm² e fita de alta fusão.
Fonte: Autoria própria, 2021.

Efetuada todas as correções propostas e analisados os resultados, foi tirada a termografia do quadro corrigido para a observância da temperatura de funcionamento e pontos quentes. Após as correções propostas e executadas, a temperatura de funcionamento de toda parte interna do quadro não ultrapassou 43° C graus e não apresentando variância maior que 5° C graus. Demonstrando funcionamento sem pontos quentes, como pode ser visto na Figura 11.

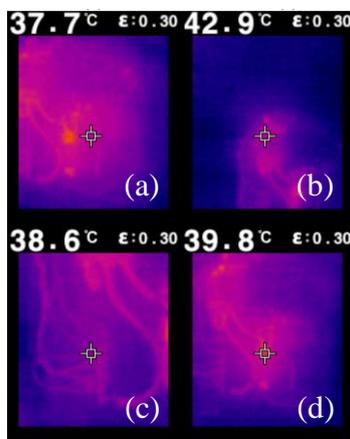


FIGURA 11. (a) Imagem térmica do barramento de terra; (b) Imagem térmica do disjuntor geral; (c) Imagem térmica do barramento de neutro; (d) Imagem térmica do disjuntor do ar-condicionado do consultório 1.
Fonte: Autoria própria, 2021.

5. CONCLUSÕES

As NR 10 e NBR 5410 trazem como principais objetivos garantir a segurança, funcionamento adequado, eficiência e durabilidade da instalação elétrica de baixa tensão. Com isso, é evidente a grande importância de seguir suas instruções. O presente trabalho teve o objetivo cumprido, uma vez que através da análise realizada foi possível sintetizar as incoerências normativas e o que estas causaram às instalações elétricas de BT da clínica, tomando como base as divergências identificadas em consulta à NR 10 e NBR 5410. Sendo assim, foi possível buscar alternativas para resolução dos problemas encontrados e sanar as divergências baseadas nos requisitos mínimos impostos pelas normas.

Através da aplicação das correções e verificação do resultado de tais correções, foi possível comprovar, mais uma vez, que a aplicação das normas desde a prospecção inicial de uma instalação elétrica são de bastante relevância para evitar readaptações futuras, que são dispendiosas e muitas vezes de difícil execução, causando prejuízos materiais e a saúde humana.

Pode-se concluir ainda que apesar do pouco tempo de existência da clínica, mesmo possuindo uma instalação elétrica relativamente nova, a mesma apresentou anomalias nas instalações, ocasionando transtornos, insegurança, ineficiência e prejuízos materiais frequentes. Logo, o presente trabalho mostrou a importância do diagnóstico energético em instalações elétricas para que através das necessidades de correção, conhecimento e experiência fosse possível chegar à soluções seguras, eficientes e eficazes para os problemas apontados.

REFERÊNCIAS

- [1] NORMA REGULAMENTADORA. NR 10: Segurança em Instalações e Serviços de eletricidade. Rio de Janeiro, 2004.
- [2] LOPES, VICTOR DE PAIVA. Uma contribuição para o diagnóstico energético da UFCG - Campus de Campina Grande. Dspace.sti.ufcg.edu.br. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/17646>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- [3] NORMA REGULAMENTADORA. NR 1: Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais. Rio de Janeiro, 2004
- [4] ALENCAR, Rodrigo Lacerda Arraes De. Inspeção predial: estudo de caso do bloco acadêmico 703 (det) da universidade federal do ceará/campus do píci. Repositorio.ufc.br. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/42329/3/2018_tcc_rlaalencar.pdf>. Acesso em: 22 maio 2021.
- [5] NORMA REGULAMENTADORA. NBR-5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- [6] LIMA FILHO, Domingos Leite. Projetos de instalações elétricas prediais. São Paulo (SP): Erica, 2006.
- [7] Quadro Elétrico de Distribuição. Mceig.com.br. Disponível em: <<https://www.mceig.com.br/quadro-eletrico-distribuicao>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- [8] Resumo Livro Manutenção. Disponível em: <<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM285/2015-2/Conte%FADos/Resumo%20Livro%20Manuten%E7%E3o.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- [9] Teste da resistência de isolamento em cabos. Jund light. Disponível em: <<https://www.jundlight.com.br/teste-da-resistencia-isolamento-cabos>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- [10] CONSUMO DIÁRIO E MENSAL DOS PRINCIPAIS ELETRODOMÉSTICOS EM FUNÇÃO DO TEMPO DE USO. If.ufrgs.br. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20011/Rodrigo/tabela.html>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- [11] Alicata Amperímetro Digital ET-3200B MINIPA. Palácio das Ferramentas. Disponível em: <<https://www.palaciodasferramentas.com.br/produto/2112/acessorios-p-mecanicos/multimetrostermometrostacometros/alicate-amperimetro-digital-et3200b-minipa/>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- [12] Consumidores - Tabela de Consumo dos Aparelhos - EFLUL. Eflul.com.br. Disponível em: <<http://www.eflul.com.br/consumidores/tabela-de-consumo>>. Acesso em: 22 maio 2021.