



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

FRANCISCO DIEGO NOGUEIRA LIMA

**ANÁLISE DO ATENDIMENTO NORMATIVO EM SISTEMAS DE DRENAGEM DE
AR-CONDICIONADO EM OBRAS DE PEQUENO PORTE**

PAU DOS FERROS-RN

2026

FRANCISCO DIEGO NOGUEIRA LIMA

**ANÁLISE DO ATENDIMENTO NORMATIVO EM SISTEMAS DE DRENAGEM DE
AR-CONDICIONADO EM OBRAS DE PEQUENO PORTE**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Daniela de Freitas Lima, Profa, Dra.

PAU DOS FERROS-RN

2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L732a Lima, Francisco Diego Nogueira.
Análise do atendimento normativo em sistemas
de drenagem de ar-condicionado em obras de
pequeno porte / Francisco Diego Nogueira Lima. -
2026.
49 f. : il.

Orientador: Daniela de Freitas Lima.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2026.

1. Climatização. 2. Drenagem do condensado. 3.
Patologias. 4. Normas técnicas. I. Lima, Daniela
de Freitas, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FRANCISCO DIEGO NOGUEIRA LIMA

**ANÁLISE DO ATENDIMENTO NORMATIVO EM SISTEMAS DE DRENAGEM DE
AR-CONDICIONADO EM OBRAS DE PEQUENO PORTE**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 03/07/2026

BANCA EXAMINADORA

Daniela de Freitas Lima, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente e Orientadora

José Ronaldo Souza Nunes, Engenheiro Civil
Membro Examinador

Bárbara Barbosa Tsuyuguchi, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, saúde e perseverança concedidas ao longo de toda a minha trajetória acadêmica, permitindo que eu superasse os desafios e chegasse a este momento de conclusão com fé, determinação e resiliência.

À minha mãe, Marleide Holanda, que foi o alicerce de tudo. Pelo amor incondicional, pelo apoio constante e pelos inúmeros sacrifícios realizados para que eu pudesse estudar e seguir em frente. Por nunca medir esforços para me ajudar e por acreditar no meu potencial, mesmo nos momentos mais difíceis de nossas vidas. Este título também é seu.

Agradeço também ao Jonas Firmino, por ter sido como um pai ao longo dessa caminhada, oferecendo apoio, incentivo e orientação em momentos importantes da minha vida. Sua presença e contribuição foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus familiares, que de alguma forma contribuíram para minha formação, seja com palavras de incentivo, apoio emocional ou compreensão nos momentos de ausência.

À minha orientadora, professora Doutora Daniela de Freitas Lima, pela dedicação, paciência e compromisso durante todo o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço pelas orientações seguras, pelas correções precisas e por compartilhar seu conhecimento de forma tão generosa, contribuindo significativamente para a qualidade deste estudo.

Ao Engenheiro Civil José Ronaldo Souza Nunes, pelo suporte técnico, pela disponibilidade e pelas contribuições fundamentais que enriqueceram as discussões e direcionamentos deste projeto.

Aos professores do curso, pelos conhecimentos transmitidos ao longo da graduação, que foram essenciais para minha formação acadêmica e profissional.

Aos colegas e amigos, pelo companheirismo, pelas trocas de experiências e pelo apoio durante essa caminhada, tornando essa jornada mais leve e significativa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

EPÍGRAFE

“O Senhor é meu pastor; nada me falta. Em
verdes pastagens me faz repousar, conduz-me
até as folhas tranquilas e reanima minha
vida...ainda que eu ande por um vale de
espessa trevas, não temo mal algum, porque tu
estás comigo, Senhor.”

Salmo 23,1-4

RESUMO

O sistema de dreno do ar-condicionado é uma diretriz de extrema importância para garantir a salubridade, evitar infiltrações e assegurar a eficiência térmica das edificações, com isso apresenta-se a relevância de que sejam seguidas as normas brasileiras quando da instalação desse sistema. O atendimento às normas exige um projeto hidrossanitário bem estruturado que impede o descarte irregular e previne a contaminação do ar interior. Este trabalho tem como objetivo analisar a execução de instalações hidrossanitárias associadas a sistemas de ar-condicionado em obras de pequeno porte, com foco no atendimento às normas técnicas brasileiras. Para tanto, realizou-se a análise normativa, em específico a NBR 16655-1:2018. Na sequência, foram feitas visitas de campo com os devidos registros fotográficos realizados em duas obras de pequeno porte localizadas no município de Apodi-RN e em quatro obras de pequeno porte localizadas no município de Potiretama-CE. Foi verificado que nestas obras não há o atendimento das exigências da norma quanto às instalações de ares-condicionados. Os resultados obtidos pela visualização das imagens e a comparação com o que preconizam as normas brasileiras evidenciam uma elevada incidência de falhas construtivas, entre elas: a ausência de sifão e o destino final da água condensada, inclinação inadequada das tubulações e utilização de materiais impróprios. Também foram observadas situações capazes de favorecer a formação de lodo. Além disso, verificou-se o frequente descumprimento da norma técnica NBR 16655-1:2018, o que compromete o desempenho dos sistemas de climatização e favorece o surgimento de infiltrações, danos construtivos e riscos à saúde dos usuários, devido à possível proliferação de microrganismos em ambientes com umidade excessiva. Conclui-se que a ausência de padronização dos processos executivos, aliada à deficiência na qualificação da mão de obra e à falta de fiscalização técnica, contribui significativamente para a ocorrência de falhas nas instalações de ares-condicionados em obras de pequeno porte nos municípios estudados. Isto, de modo geral, impacta negativamente a durabilidade das edificações, a eficiência dos sistemas e a qualidade do ambiente interno.

Palavras-chave: climatização; drenagem do condensado; patologias; normas técnicas.

ABSTRACT

The air conditioning drainage system is a critically important aspect to ensure hygiene, prevent leaks, and guarantee the thermal efficiency of buildings. This highlights the importance of adhering to Brazilian standards when installing this system. Compliance with standards requires a well-structured hydrosanitary project which prevents improper disposal and indoor air contamination. This study aims to analyze the execution of plumbing and sanitary installations associated with air-conditioning systems in small-scale projects, focusing on compliance with Brazilian technical standards. To this end, a normative analysis was carried out, specifically NBR 16655-1:2018. Subsequently, field visits were conducted - with the corresponding photographic documentation - at two small-scale construction sites located in the municipality of Apodi, Rio Grande do Norte and on four small-scale projects located in the municipality of Potiretama, Ceará. It was found that these works do not comply with the standard's requirements regarding air conditioning installations. The results obtained from the visualization of the images and the comparison with the provisions of Brazilian standards. The results show a high incidence of construction defects, and, among them: the absence of a trap, improper pipe slope, and the use of unsuitable materials. Furthermore, frequent non-compliance with technical standards, such as NBR 16655-1:2018, was observed. This compromises the performance of the HVAC systems, it favors the emergence of leaks, structural damage, and risks to the health of users due to the possible proliferation of microorganisms in environments with excessive humidity. It is concluded that the lack of standardization of executive processes, coupled with deficiencies in workforce qualifications and a lack of technical oversight, contributes significantly to the occurrence of failures in air conditioning systems. Generally speaking, this negatively impacts the durability of buildings, the efficiency of systems, and the quality of the indoor environment.

Keywords: climate control; condensate drainage; pathologies; technical standards.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Limites entre Apodi-RN e Potiretama-CE.....	25
Figura 2 - Fluxograma	27
Figura 3 - OPP1: Ar condicionado 1 Dreno e lodo causado por sua água	30
Figura 4 - OPP1: Ar condicionado 2 Dreno	31
Figura 5 - OPP2: Ar condicionado 1 Dreno conectado	32
Figura 6 - OPP2: Ar condicionado 1 Conexão para o ralo.....	32
Figura 7 - OPP2: Ar condicionado 1 Conexão chega ao ralo.....	33
Figura 8 - OPP2: Ar condicionado 2 Dreno conectado com água caindo em via pública	34
Figura 9 - OPP3: Ar condicionado Dreno conectado	35
Figura 10 - OPP3: Lodo causado pela água do dreno	37
Figura 11 - OPP4: Ar condicionado, dreno e lodo causado por sua água	38
Figura 12 - OPP5: Ar condicionado e dreno	39
Figura 13 - OPP5: Lodo causado pela água do dreno	40
Figura 14 - OPP6: Ar condicionado 1 Dreno instalado.....	41
Figura 15 - OPP6: Ar condicionado 2 Dreno instalado.....	42
Figura 16 - OPP6: Ar condicionado 2 Lodo causado pela água do dreno	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descarte inadequado do condensado.....	46
Tabela 2 - Tubulação encontrada.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Obra de Pequeno Porte e respectiva sigla	28
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASBRAV - Associação Sul-Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Aquecimento e Ventilação

CE - Ceará

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR - Norma brasileira

NBRs - Normas brasileiras

OPP - Obra de Pequeno Porte

OPPs - Obras de Pequeno Porte

PAIC - Pesquisa Anual da Indústria da Construção

PMOC - Plano de Manutenção, Operação e Controle

QAI - Qualidade do Ar Interior

RN - Rio Grande do Norte

TCCs- Trabalhos de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3 REVISÃO TEÓRICA	20
3.1 Conforto térmico.....	20
3.2 Sistemas de ar-condicionado	20
3.3 Falhas na drenagem em ares condicionados	21
3.4 Norma técnica NBR 16655-1:2018	22
3.5 Patologias construtivas.....	23
4 METODOLOGIA.....	25
4.1 Área de estudo.....	25
4.1.1 Caracterização das instalações analisadas	26
4.2 Procedimentos metodológicos.....	27
4.2.1 Visitas às obras	27
4.2.2 Registros fotográficos.....	28
4.2.3 Critérios de avaliação	28
4.2.4 Tratamento e análise dos dados	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Análise da instalação do sistema de drenagem	44
5.2 Síntese crítica	45
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O conforto térmico constitui um dos principais requisitos de habitabilidade das edificações, que influencia diretamente o bem-estar, a saúde e a produtividade dos usuários, em regiões de clima quente como o Nordeste brasileiro. A busca por condições adequadas de temperatura no ambiente interno tem se tornado cada vez mais necessária, especialmente diante do aumento das temperaturas médias observado nas últimas décadas e da intensificação dos efeitos das ilhas de calor urbanas. De acordo com Amorim (2021, p. 25): as ilhas de calor urbanas são: “bolsões de ar quente registrados nos ambientes urbanos decorrentes da capacidade diferenciada dos materiais encontrados na superfície de armazenar e refletir a energia solar e da produção do calor antropogênico”.

Conforme a ABNT NBR 15220-3:2005, as estratégias para obtenção do conforto térmico devem considerar as características climáticas de cada região, e podem envolver tanto soluções arquitetônicas passivas quanto sistemas artificiais de climatização. Neste caso, as construções civis precisam ser efetivadas com base no que preconizam as normas com vistas a favorecer o conforto térmico.

O setor da construção civil no Brasil tem apresentado crescimento significativo, consolidando-se como um dos principais pilares do desenvolvimento econômico nacional. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), o setor registrou crescimento aproximado de 4,3% em 2024, com isto, torna-se evidente a expansão das atividades construtivas e o aumento da demanda por novas edificações.

Esse cenário está diretamente relacionado à incorporação de sistemas que visam proporcionar maior conforto e qualidade de vida aos usuários, dentre os quais se destaca a crescente utilização de sistemas de climatização em edificações em geral.

Paralelamente a esse crescimento, observa-se que os processos de urbanização acelerada têm provocado alterações significativas nas condições climáticas das cidades brasileiras, especialmente com o aumento das temperaturas médias e a intensificação das ilhas de calor urbano. Esses fenômenos impactam diretamente o conforto térmico das edificações, tornando-o um desafio relevante para a engenharia contemporânea (Pereira, 2025). Nesse contexto, o conforto térmico deixa de ser apenas um fator de conveniência e passa a ser um requisito essencial para a habitabilidade dos ambientes construídos, sobretudo em regiões de clima quente, como o Nordeste brasileiro.

Conforme estabelece a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio

da NBR 15220-3:2005, as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras exigem estratégias específicas de projeto para garantir condições adequadas de conforto ambiental. Em regiões caracterizadas por elevadas temperaturas e índices de umidade relativa do ar que se alteram conforme o período chuvoso, como é o caso de grande parte do território nordestino, existe a necessidade de adoção de soluções de climatização artificial e, em muitos casos, torna-se indispensável para assegurar condições mínimas de bem-estar térmico.

Diante desse cenário, a utilização de sistemas de climatização, especialmente aparelhos de ar-condicionado do tipo *split*, tem se consolidado como uma solução predominante para a mitigação do desconforto térmico, incluindo ambientes residenciais e comerciais de pequeno porte (Oliveira, et al., 2024). Segundo a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (2021), houve crescimento expressivo na comercialização desses equipamentos, impulsionado tanto pela maior acessibilidade quanto pela intensificação das condições climáticas adversas. Dessa forma, o que anteriormente era considerado um item de conforto adicional passou a ser tratado como um requisito essencial para a permanência humana em ambientes internos.

Entretanto, observa-se que a ampliação do uso desses sistemas não tem sido acompanhada pela adequada qualificação técnica das instalações, especialmente em obras de pequeno porte. Em muitos casos, a execução ocorre de forma empírica, sem planejamento técnico adequado e sem o devido atendimento às exigências normativas, o que pode comprometer o desempenho dos sistemas e favorecer o surgimento de falhas construtivas. Nesse sentido, destaca-se que o funcionamento dos aparelhos de ar-condicionado gera água condensada, a qual deve ser corretamente conduzida e descartada. A má gestão desse condensado está diretamente associada a problemas operacionais e construtivos, como infiltrações, gotejamento e deterioração de elementos construtivos (Sbroggio, 2022).

No cotidiano das obras de pequeno porte, observa-se uma negligência recorrente quanto à execução do sistema de drenagem dos aparelhos de ar-condicionado (Carvalho, 2021). Enquanto os elementos estruturais recebem maior rigor técnico, as instalações hidrossanitárias associadas à climatização são frequentemente executadas de forma improvisada, muitas vezes por profissionais sem domínio das exigências normativas, especialmente aquelas estabelecidas pela norma NBR 16655-1:2018. Esse cenário contribui para o surgimento de patologias construtivas e reduz a vida útil das instalações.

Dentre os subsistemas envolvidos dos aparelhos de ar-condicionado do tipo *split*, a água condensada é produzida na unidade evaporadora, instalada no ambiente interno da edificação, em decorrência da condensação da umidade presente no ar durante o processo de

resfriamento do ambiente. Essa água é coletada na bandeja de drenagem da evaporadora e conduzida por meio de uma tubulação até um ponto de descarte adequado.

Dessa forma, o sistema de drenagem do condensado constitui um subsistema da instalação hidrossanitária associado à unidade evaporadora, sendo responsável pelo escoamento da água gerada durante o funcionamento do equipamento. Já a unidade condensadora, instalada na parte externa da edificação é responsável pela rejeição do calor retirado do ambiente interno, não participando da geração do condensado.

Conforme estabelece a NBR 16655-1:2018, esse sistema de drenagem deve ser corretamente dimensionado e executado para garantir o adequado funcionamento do conjunto. Quando negligenciado, pode ocasionar problemas como gotejamento, infiltrações, manchas em superfícies e degradação de elementos construtivos, além de comprometer o desempenho global do sistema relacionado ao descarte da água condensada (LG electronics, 2019-2023).

Além dos danos físicos à edificação, as falhas na drenagem representam riscos significativos à saúde dos usuários. A presença contínua de umidade favorece a proliferação de fungos, bactérias e outros microrganismos, e afeta diretamente a qualidade do ar interior. De acordo com a NBR 16401-3:2024, a qualidade do ar interior está diretamente relacionada às condições de instalação, operação e manutenção dos sistemas de climatização, o que o torna um fator determinante para a saúde e o bem-estar dos ocupantes.

Outro aspecto crítico refere-se à inclinação mínima recomendada para as tubulações de drenagem. Diretrizes técnicas, como as publicações da SMACNA Brasil, (Abreviação em inglês de: *Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association* (em livre tradução - Associação Nacional de Empreiteiros de Chapas Metálicas e Ar Condicionado)) indicam a necessidade de inclinações adequadas para evitar o acúmulo de água, transbordamentos e infiltrações. A ausência dessas condições favorece o surgimento de patologias construtivas e compromete o desempenho do sistema. Além disso, a inexistência de dispositivos de vedação hídrica possibilita a entrada de gases provenientes da rede de esgoto, agrava os riscos sanitários e compromete a salubridade do ambiente interno.

Diante desse cenário, alguns trabalhos têm investigado as patologias em instalações prediais hidrossanitárias e demonstrado as falhas de projeto, execução e utilização de materiais inadequados comprometem o desempenho, a durabilidade e a funcionalidade desses sistemas. Carvalho Júnior (2018) Destaca que a maior parte das manifestações patológicas em instalações hidrossanitárias está relacionada à deficiência de projeto, à execução inadequada e ao descumprimento das normas técnicas.

De forma semelhante, Guckert e Schons (2021) apresentaram um estudo de revisão

sobre patologias em instalações hidráulicas e sanitárias, com a conclusão de que problemas como vazamentos, obstruções, infiltrações e falhas executivas permanecem frequentes nas edificações, apesar da existência de normas técnicas específicas para esses sistemas.

Entretanto, verificou-se que a maior parte dessas pesquisas se concentra nas instalações hidrossanitárias convencionais, como os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, e, com isso, há escassez de estudos voltados especificamente à avaliação da conformidade das instalações hidrossanitárias associadas aos aparelhos de ar-condicionado em obras de pequeno porte. Dessa forma, este trabalho diferencia-se por analisar instalações reais nos municípios de Apodi-RN e Potiretama-CE, quanto à verificação do atendimento, ou não, das exigências estabelecidas pela ABNT NBR 16655-1:2018.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar instalações hidrossanitárias de ar-condicionado em obras de pequeno porte localizadas nos municípios de Apodi-RN e Potiretama-CE.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar como são realizadas as instalações hidrossanitárias de ar-condicionado em obras de pequeno porte localizadas nos municípios de Apodi-RN e Potiretama-CE;
- Comparar a execução das instalações de ares condicionados de obras de pequeno porte com o que preconiza a NBR 16655-1:2018.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 Conforto térmico

Ao se considerar o fato de realizar uma edificação para uso humano, deve-se prever a questão do conforto térmico. Causar uma boa sensação dentro de um ambiente construído precisa ser colocado como uma das bases para que haja a usabilidade de modo completo do edifício (Gomes, 2024). O consumo de energia para favorecer as condições térmicas desejáveis deve entrar no planejamento da construção de modo que a questão ambiental seja mantida em seu devido equilíbrio. Assim, o conforto térmico precisa ser planejado de modo a equilibrar a sustentabilidade da edificação e contribuir para a manutenção do meio ambiente harmonioso.

No Brasil, segundo dados do IBGE (2023), se torna cada vez mais comum a busca pelo uso de aparelhos de ar-condicionado, impulsionada também pelo desconforto causado pelo calor. O aumento da temperatura em ambientes internos é provocado pela maior quantidade de áreas pavimentadas nas cidades e pelo fato de haver menos áreas arborizadas. Pereira (2025, p. 13) fala sobre o aumento da temperatura e diz que: “Na maior parte das cidades brasileiras, essas mudanças no clima ocorrem principalmente devido aos processos de urbanização, que mudam o padrão médio do comportamento de algumas variáveis meteorológicas”.

Com o desconforto térmico, surge a necessidade de as famílias buscarem soluções para amenizar este desconforto. Então, muitas dessas famílias encontram na instalação de aparelhos de ar-condicionado uma solução dominante para o alcance do conforto térmico em ambientes de residências e de construções de pequeno porte, conforme destacado por estudos sobre o comportamento térmico em habitações (Frota; Schiffer, 2001).

3.2 Sistemas de ar-condicionado

O conhecimento a respeito dos diferentes modelos de aparelhos de ar-condicionado pode levar à conclusão de que cada um adapta-se de modo mais específico e com melhor desempenho de acordo com o espaço em que está instalado (Schlichting, 2024). Dessa maneira as peculiaridades destes aparelhos são essenciais para determinar sua eficiência no ambiente em que foi realizada sua instalação.

Os aparelhos dividem-se em: condensadora, que fica na parte externa é responsável

por rejeitar o calor retirado do ambiente e abrigar componentes vitais como o compressor, a ventoinha e a serpentina. A outra parte é instalada internamente no ambiente e denominada de evaporadora. O dreno dessa parte interna do ar-condicionado é o sistema responsável por escoar a água gerada pela condensação durante o resfriamento. A umidade do ambiente condensa nas serpentinas, escorre por uma bandeja coletora e é direcionada para fora do ambiente por uma mangueira.

Com essa constatação, torna-se necessário e relevante, realizar a análise do desempenho adequado do sistema de climatização, a eficiência e a durabilidade do equipamento. Critérios que também estão diretamente relacionados à correta execução das instalações hidrossanitárias destinadas à drenagem da água condensada produzida durante o funcionamento da unidade evaporadora. Essas instalações devem ser planejadas desde a fase de projeto, prever o dimensionamento adequado da tubulação, a inclinação necessária para o escoamento por gravidade, a utilização de materiais compatíveis, a instalação de sifão e a correta destinação da água condensada, conforme estabelece a ABNT NBR 16655-1:2018. A norma recomenda, entre outros aspectos, tubulação mínima de 20 mm, caimento mínimo de 1%, utilização de sifão para auxiliar a drenagem e impedir a entrada de odores, além de vedar a descarga do condensado diretamente em ralos da rede de esgoto ou sobre áreas de circulação de pessoas.

Quando executadas de forma inadequada, as instalações hidrossanitárias podem comprometer o desempenho do sistema de climatização e favorecer o surgimento de manifestações patológicas, como infiltrações, manchas de umidade, degradação de revestimentos, proliferação de microrganismos e descarte inadequado da água condensada. Além disso, a ausência de planejamento dessas instalações pode aumentar a necessidade de manutenção corretiva e reduzir a vida útil do equipamento e da edificação (Carvalho Júnior, 2018). Nesse sentido, a correta execução das instalações hidrossanitárias deve receber a mesma atenção dispensada às instalações elétricas, uma vez que todas são essenciais para o funcionamento seguro e eficiente do sistema de ar-condicionado.

3.3 Falhas na drenagem em ares condicionados

Nos aparelhos de ar condicionado existe a água líquida que surge da umidade ambiente condensada durante a compressão ou resfriamento. Essa água fica acumulada nos sistemas de ar comprimido e vapor e necessita de que seja removida, isto com vistas a que sejam evitados danos aos equipamentos, corrosão, bem como a ineficiência operacional

(Silva; Abdalla, 2024). Assim, entende-se que essa remoção se apresenta como um processo essencial que é conhecido por drenagem do condensado.

Conforme a ABNT NBR 16655-1:2018, a descarga do condensado não deve ser direcionada para ralos ou sistemas pertencentes à rede de esgoto sanitário. Essa restrição existe para evitar retorno de odores, proliferação de microrganismos, contaminação biológica e comprometimento das condições de salubridade do ambiente.

O sistema de drenagem deve possuir sifão que pode ser embutido na parede, abaixo do aparelho ou, preferencialmente, dentro de uma caixa de inspeção para facilitar a limpeza e manutenção. Essa instalação tem a finalidade de auxiliar o escoamento da água condensada e impedir a entrada de odores externos, ao utilizar o princípio do selo hídrico. O descarte do condensado deve ser realizado por meio de sistema independente, direcionado à rede de águas pluviais, provido de separação atmosférica (air gap), como também pode ser direcionado para poços de infiltração com camada drenante de brita, desde que respeitadas as recomendações normativas e do fabricante.

3.4 Norma técnica NBR 16655-1:2018

A norma brasileira (NBR) 16655-1:2018 Instalação de sistemas residenciais de ar condicionado - *Split* e compacto foi analisada para este estudo. Ao fazer a análise desta norma, percebeu-se que nela consta o estabelecimento dos parâmetros básicos e requisitos mínimos de projeto para sistemas de ar-condicionado centrais e unitários.

A NBR 16655-1:2018 relaciona treze documentos indispensáveis à aplicação da própria NBR 16655-1. Dentre esses, considera-se a divisão da NBR 16655 em três partes. Com destaque para o documento que aborda a 16655-2 e a 16655-3 que estabelecem os parâmetros de instalação de sistemas residenciais de ar condicionado - *Split* e compacto.

Assim, ao ter por base na referida NBR e seguir as recomendações, os projetistas de instalação de ar-condicionado podem ter um resultado efetivo do seu trabalho quanto ao funcionamento e à permanência das condições úteis do ar condicionado, conforme o item 4 da referida norma.

A norma técnica NBR 16655-1:2018 serve de base para análise de conformidade do sistema de drenagem de ar condicionado. O dreno de água deve ser projetado e instalado durante a construção. No caso de construções já existentes, um estudo deve ser feito e executado pelo profissional qualificado conforme as recomendações do fabricante.

O projeto do dreno, conforme a ABNT, deve considerar os seguintes pontos:

- a) tubulação mínima de 20 mm ($\frac{3}{4}$ " de polegada;
- b) considerar que cada evaporadora pode condensar em torno de 1 L/h (12.000 BTU/h);
- c) unidade quente e frio devem possuir dreno tanto na unidade externa como na unidade interna;
- d) os drenos devem possuir sifão para auxiliar a drenagem da água (diferencial de pressão) e impedir a entrada de odores (selo líquido);
- e) a descarga do condensado é vedada junto a ralos de rede de esgoto e sobre a passagem de pessoas;
- f) a tubulação deve ser projetada de forma a permitir a sua limpeza e desobstrução;
- g) a tubulação deve prever um caimento mínimo de 1 %, caso não seja possível utilizar uma moto-bomba.

Conforme a ABNT NBR 16655-1:2018, a descarga do condensado não deve ser direcionada para ralos ou sistemas pertencentes à rede de esgoto sanitário. Essa restrição existe para evitar retorno de odores, proliferação de microrganismos, contaminação biológica e comprometimento das condições de salubridade do ambiente.

A NBR 16655-1:2018 considera que um equipamento de 12.000 BTU/h pode produzir aproximadamente 1 litro de condensado por hora. Esse valor permite estimar a vazão total do sistema de drenagem. A partir dessas vazões, podem-se utilizar os critérios da capacidade de condutores horizontais de seção circular para verificar a capacidade hidráulica das tubulações adotadas.

Entretanto, o cumprimento dessas normas nem sempre é efetivado, especialmente em obras menores. Um fator que agrava o problema é a ausência de fiscalização eficiente e de profissionais habilitados (engenheiros ou técnicos com registro em conselho de classe). Em muitos casos, instalações são executadas apenas com base em manuais e às vezes nem são cumpridas as orientações corretamente.

3.5 Patologias construtivas

A ausência de projeto hidrossanitário detalhado em obras de pequeno porte pode gerar patologias e problemas que trazem dificuldades para o uso do espaço construído. Essa imprecisão na parte hidráulica transfere a tomada de decisões técnicas para a mão de obra e pode aumentar a probabilidade de erros.

As patologias hidráulicas encontradas em construções são percebidas na maioria das

vezes apenas quando se está próximo à finalização da obra ou quando essa construção está concluída. Para Barro Junior (2018) isso acontece pelo fato de que normalmente a rede hidráulica é encaixada dentro da estrutura ou enterrada. O mesmo autor diz que essa constatação dificulta a localização de modo exato do problema. E ainda, afirma que para a realização do reparo há uma complexa situação para a qual é necessária a quebra de paredes, pisos ou pedras. O proprietário, segundo Barro Júnior (2018), percebe o problema com transtorno, aborrecimento, prejuízos de ordem financeira, e ainda com a perda da credibilidade de quem executou ou planejou a obra.

A inadequação da drenagem de ares condicionados se manifesta de duas formas principais: primeira são as patologias de umidade, causadas por caimento insuficiente ou diâmetro inadequado, o que leva ao transbordamento e consequentes manchas ou infiltrações conforme Helene (1992); e segundo (Miguel, Gregório e Veról, 2018), “a característica que diferencia as tubulações primárias de esgoto sanitário das secundárias é o acesso de maus odores, provenientes da decomposição do esgoto, às tubulações”. São patologias de salubridade, e tem o retorno de odores como a manifestação mais comum da falha do fecho hídrico, um problema de saneamento básico em ambiente interno.

O correto funcionamento de um sistema *Split* depende diretamente de uma instalação adequada, segundo expõe Mauricio Souza (ASBRAV, 2025). Entre os fatores críticos destacam-se (ASBRAV, 2025):

- Escolha correta do local de instalação, ao evitar a incidência solar direta na unidade condensadora e garantir circulação de ar adequada;
- Fixação apropriada dos suportes, para evitar vibrações excessivas que possam danificar componentes das tubulações de drenagem;
- Drenagem correta, com vistas à prevenção de vazamentos de água e proliferação de fungos e bactérias que afetam a qualidade do ar interno;
- Isolamento térmico das tubulações, fundamental para garantir eficiência energética e evitar condensação excessiva.

Apesar dessas recomendações, estudos sobre as instalações de ares condicionados disponibilizados pela Associação Sul Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Aquecimento e Ventilação (ASBRAV) indicam que uma grande parte das falhas em aparelhos *Split* está associada a instalações realizadas sem acompanhamento técnico especializado (ASBRAV, 2025). A contratação de instaladores sem capacitação formal é comum em obras de pequeno porte, o que amplia os riscos de mau funcionamento e acidentes.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O estudo aconteceu em obras das cidades de Apodi, Rio Grande do Norte (RN), e Potiretama, Ceará (CE). O que motivou a escolha destes dois locais foi o fato de em Apodi-RN o pesquisador desenvolver trabalhos de manutenção predial em ambientes de pequeno porte onde se encontram instalados ares condicionado. E em Potiretama-CE pelo fato de ser o local de residência do pesquisador e com isso haver maior familiaridade com as pessoas que têm ambientes com ares condicionados instalados.

Estas cidades se localizam no semiárido nordestino do Brasil. Ambas enfrentam desafios significativos quanto ao desconforto térmico, pois são fronteiriças uma da outra e as condições climáticas extremas que se estabelecem devido à baixa pluviosidade (IBGE, 2026). Isso contribui para as altas temperaturas registradas e a baixa umidade relativa do ar.

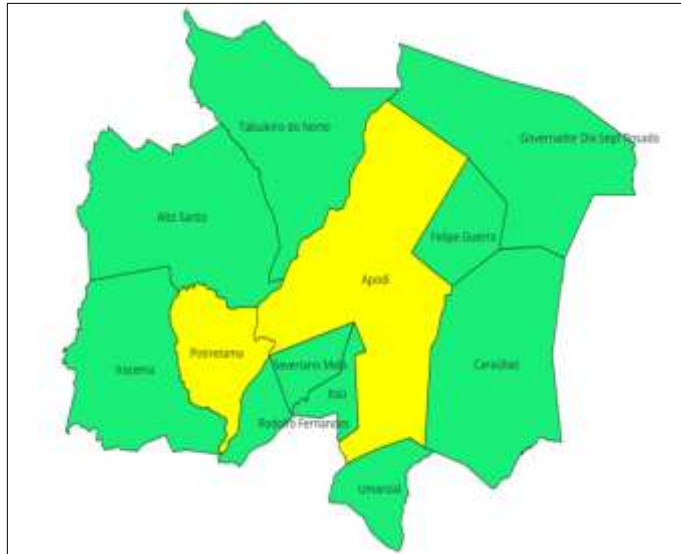
Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), Apodi-RN e Potiretama-CE apresentam as seguintes características geográficas: a área territorial de Apodi-RN é de 1.569,146 km² (dados de 2025), enquanto que a de Potiretama-CE é de 409,137 km² (dados de 2025). No que se refere aos dados populacionais, Apodi-RN, contava com 36.093 habitantes (dados de 2022), e Potiretama-CE contava com 5.974 habitantes (dados de 2022). Com isso, foi apresentada pelo IBGE (2026) a densidade demográfica desses dois municípios como: 22,52 habitantes por km² para Apodi-RN e 14,60 habitantes por km² para Potiretama-CE, conforme dados de (2022).

Dessa maneira, Apodi-RN apresenta área territorial três vezes maior que Potiretama-CE e a população de Potiretama-CE em 2022 (IBGE, 2026) era seis vezes menor que a população de Apodi-RN. Quanto à densidade demográfica, que corresponde a distribuição da população pela área, a diferença é, em média, 8 (oito) habitantes por quilômetro quadrado e Apodi-RN apresenta uma densidade demográfica maior que Potiretama-CE.

Assim, as diferenças das características geográficas são acentuadas ao se visualizar os dados constantes do parágrafo acima.

A Figura 1 mostra as imagens dos territórios em um mapa político de cada uma das duas cidades que constituem o universo desta pesquisa. Observa-se que na Figura 1 que a fronteira a nordeste de Potiretama-CE é com a região sudoeste de Apodi-RN.

Figura 1 - Limites entre Apodi-RN e Potiretama-CE



Fonte: Adaptado de Ibge (2026).

De acordo com dados disponibilizados na página virtual da Prefeitura Municipal de Apodi-RN (2026), a altitude da cidade é de 67 metros. Da mesma forma, conforme dados disponibilizados na página virtual da Prefeitura Municipal de Potiretama-CE (2026), a altitude da cidade é de 133 metros, o que pode representar um pouco menos de calor em relação a Apodi-RN.

A amostra para a pesquisa são duas obras de pequeno porte em Apodi-RN e quatro obras de pequeno porte em Potiretama-CE. Estas obras são imóveis em que estão instalados ares condicionados, para os quais será observada a aplicabilidade da norma da ABNT quanto à instalação hidrossanitária para as águas que saem dos drenos dos ares condicionados.

Destaca-se que obras de pequeno porte são definidas por Cândido, Moraes e Reis (2023, p. 109) “como estruturas simples que possuem no máximo até quatro pavimentos e não utilizam protensão”. Esses autores ainda expõem que essas obras “possuem alturas de pilares de no máximo quatro metros, vão entre pilares com medidas inferiores a seis metros e cargas de uso que não ultrapassem a 3 kN/m²”. Logo, as obras objeto de estudo atendem a essas especificações.

4.1.1 Caracterização das instalações analisadas

A amostragem total compreendeu 6 obras de pequeno porte (OPP), localizadas geograficamente no Rio Grande do Norte e no Ceará. As edificações OPP1 e OPP2 situam-se em Apodi-RN, enquanto as edificações OPP3, OPP4, OPP5 e OPP6 localizam-se em

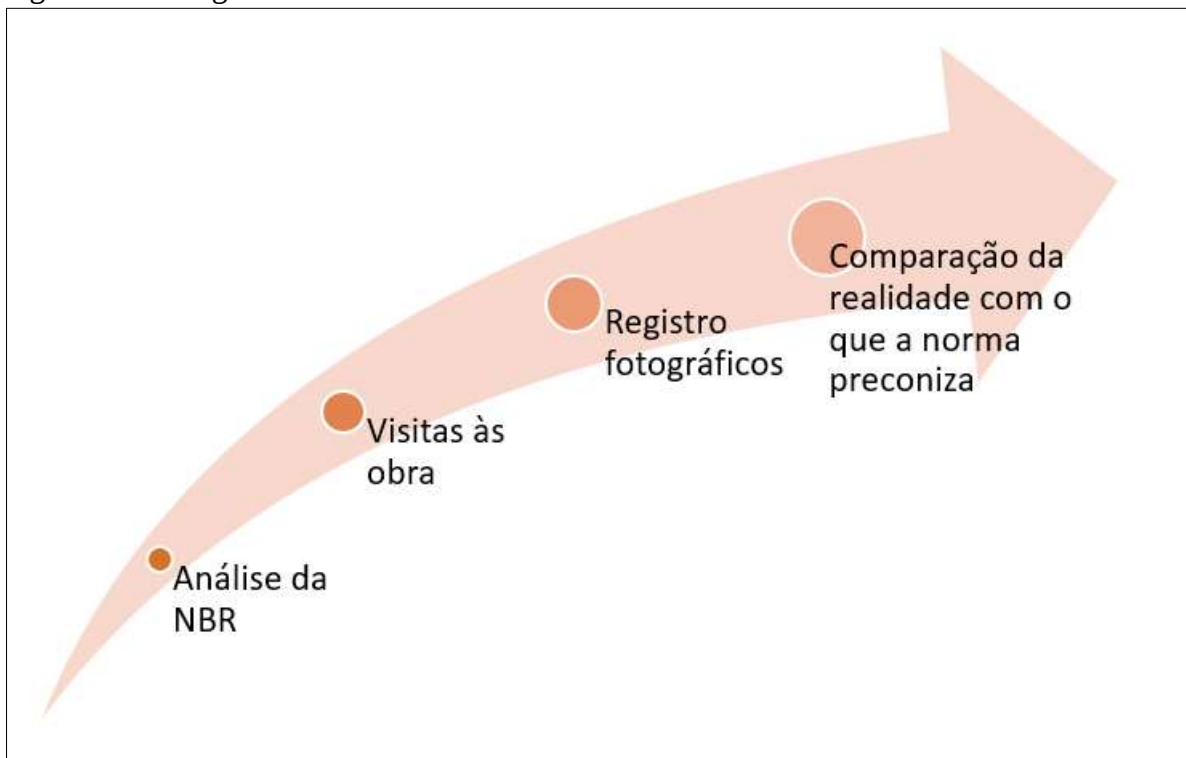
Potiretama-CE.

Em sua totalidade trata-se de construções comerciais e residenciais de pequeno porte que utilizam sistemas de climatização do tipo *Split* com potências que variam entre 9.000 BTUs/h e 18.000 BTUs/h. As instalações desses sistemas foram executadas majoritariamente por mão de obra autônoma e sem projeto executivo hidrossanitário específico.

4.2 Procedimentos metodológicos

As etapas para a concretização do trabalho são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma



Fonte: Autoria própria (2026).

4.2.1 Visitas às obras

As visitas às obras foram realizadas entre 04 e 22 de maio de 2026 de maneira técnica com o fim de fazer o registro fotográfico das partes externas das instalações dos ares condicionados para observar a instalação do dreno e a conformidade do que está definido na norma.

Para cada uma das obras de pequeno porte foi definida uma sigla, conforme Quadro 1. As obras 1 e 2 estão localizadas em Apodi-RN, as obras de 3 a 6 estão localizadas em

Potiretama-CE.

Quadro 1 - Obra de Pequeno Porte e respectiva sigla

Residência	Sigla
Obra de Pequeno Porte 1	OPP1
Obra de Pequeno Porte 2	OPP2
Obra de Pequeno Porte 3	OPP3
Obra de Pequeno Porte 4	OPP4
Obra de Pequeno Porte 5	OPP5
Obra de Pequeno Porte 6	OPP6

Fonte: Autoria própria (2026).

4.2.2 Registros fotográficos

As fotografias foram realizadas entre os dias 04 e 22 de maio de 2026 e estão dispostas nos resultados para uma compreensão da forma como estão instalados os drenos e a devida correlação com a norma brasileira (NBR).

O registro fotográfico foi realizado com posicionamento da câmera de modo que fosse enquadrado o provável problema causado pela água que sai do dreno do ar condicionado em cada uma das obras de pequeno porte.

4.2.3 Critérios de avaliação

Para avaliar o nível de conformidade das instalações hidrossanitárias dos condicionadores de ar, foram estabelecidos critérios qualitativos e quantitativos fundamentados nas diretrizes da ABNT NBR 16655-1:2018 (Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado - *Split* e compacto). As variáveis analisadas em cada uma das Obras de Pequeno Porte (OPP) foram:

- Conformidade do caimento/inclinação: verificação visual e geométrica da existência de inclinação contínua mínima de 1% a 2% para garantir o escoamento por gravidade e impedir o acúmulo de água.
- Conexão e destino final do condensado: avaliação do local de descarte (via pública, ralo, solo, ou rede pluvial) e a ocorrência de impactos secundários, como gotejamento sobre transeuntes ou formação de lodo.

- Presença de dispositivos de vedação hídrica (sifões): verificação da instalação de sifões com fecho hídrico regulamentar.
- Adequação dos materiais utilizados: avaliação do tipo de tubulação empregada (PVC rígido, mangueiras flexíveis, ou improvisações) e seu diâmetro nominal mínimo em relação ao recomendado pela norma técnica (mínimo de 20 mm ou ¾”).

4.2.4 Tratamento e análise dos dados

Os dados coletados por meio dos registros fotográficos e das anotações de campo foram catalogados de forma comparativa e empírica. Confrontou-se a realidade observada em cada imagem com o texto normativo vigente, ou seja, a NBR 16655-1:2018.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras foram dispostas para que sejam perceptíveis as falhas na drenagem em ares condicionados.

A Figura 3 apresenta uma situação de instalação inadequada do dreno de condensado do aparelho de ar-condicionado.

Figura 3 - OPP1: Ar condicionado 1 Dreno e lodo causado por sua água



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Observa-se que a água gerada durante o funcionamento do equipamento é descarregada diretamente sobre a fachada da edificação, isso contribui para a formação de manchas de umidade, proliferação de microrganismos e degradação do revestimento. A ausência de uma destinação adequada para o condensado evidencia a necessidade de planejamento das instalações prediais, de modo a garantir a durabilidade dos elementos construtivos e a adequada manutenção das condições estéticas da edificação.

A Figura 4 apresenta o aparelho de ar-condicionado 2, instalado na OPP1, cuja tubulação de drenagem do condensado também se encontra inadequadamente executada.

Figura 4 - OPP1: Ar condicionado 2 Dreno



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Observa-se, pela Figura 4, que a água proveniente da condensação é descarregada diretamente sobre a fachada da edificação, nas proximidades da janela do ambiente climatizado, sem que haja um sistema adequado de coleta e destinação do efluente. Como consequência, são visíveis manchas de umidade, escurecimento da superfície e proliferação de fungos ao longo da parede, evidenciando os efeitos da exposição contínua à água.

Dessa forma, assim como verificado no aparelho de ar-condicionado 1, a instalação do aparelho de ar-condicionado 2 evidencia o descumprimento das recomendações da ABNT NBR 16655-1:2018. Neste caso, fica demonstrada a necessidade de adequação do sistema de drenagem do condensado, com encaminhamento da água para um ponto de descarte apropriado e tecnicamente compatível com as exigências normativas.

As figuras 5, 6 e 7 evidenciam o Ar condicionado 1 da OPP2.

Figura 5 - OPP2: Ar condicionado 1 Dreno conectado



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Figura 6 - OPP2: Ar condicionado 1 Conexão para o ralo



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Figura 7- OPP2: Ar condicionado 1 Conexão chega ao ralo



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

As figuras 5, 6 e 7 mostram o descumprimento da NBR 16655-1:2018 pois a descarga do condensado foi lançada no ralo do banheiro. Na Figura 5 é possível perceber a conexão do dreno a uma mangueira de modo inadequado, pois a norma requer uma tubulação mínima de 20 mm ($\frac{3}{4}$ "). Na Figura 6 fica evidenciada a continuidade da mangueira que sai do dreno para alcançar o ralo do banheiro. Na Figura 7, observa-se a mangueira chegando ao ralo do banheiro proveniente do quarto que faz parte do ambiente em que foi instalado o ar condicionado.

Percebe-se como prática muito comum, a ligação da água do dreno do ar-condicionado no ralo do banheiro. Essa é uma prática relativamente comum em edificações existentes devido à facilidade construtiva e ao menor custo de execução. Tal solução aproveita uma infraestrutura já existente, e, para o proprietário do imóvel evita custos com a implantação de uma rede exclusiva para drenagem do condensado. O procedimento demonstrado nas figuras 5, 6 e 7 tem por objetivo direcionar a água do dreno para o esgoto através de uma caixa sifonada, para que se evite o gotejamento indesejado.

No caso da OPP2, verificou-se que a descarga do condensado dos aparelhos de ar-condicionado foi direcionada para o ralo do banheiro existente, conforme as figuras 5, 6 e 7. Essa solução possivelmente foi adotada com o objetivo de aproveitar a infraestrutura

hidráulica já disponível, para que fosse evitada a necessidade de implantação de uma nova rede exclusiva para drenagem do condensado, o que simplificaria a execução da instalação. Observa-se ainda que a edificação, aparentemente, não foi originalmente concebida para receber sistemas de climatização, uma vez que não foram identificados pontos específicos destinados à coleta e ao encaminhamento da água condensada. Nesse contexto, optou-se pela utilização do ralo do banheiro como ponto de descarga do condensado, embora essa solução não esteja em conformidade com as recomendações normativas aplicáveis.

Na Figura 8, ocorre outra inconsistência quanto à instalação do dreno do ar condicionado na OPP2. A água do dreno conectado vai diretamente para a rua.

Figura 8 - OPP2: Ar condicionado 2 Dreno conectado com água caindo em via pública



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

No caso apresentado na Figura 8, observa-se o descumprimento das recomendações da ABNT NBR 16655-1:2018, uma vez que a descarga do condensado do aparelho de ar condicionado é realizada diretamente sobre a via pública. Essa condição contraria as orientações normativas, que vedam o lançamento da água condensada em locais de circulação de pessoas.

Além do desconforto causado aos transeuntes pela possibilidade de contato direto com a água proveniente do equipamento, a situação pode representar um risco à segurança dos usuários da via, especialmente em períodos de funcionamento contínuo do sistema.

Ao se considerar que o revestimento do passeio é constituído por piso cerâmico sem características antiderrapantes aparentes, o acúmulo de água na superfície pode favorecer a ocorrência de escorregamentos e quedas, e comprometer as condições de acessibilidade e segurança da área de circulação.

O Código Civil brasileiro dispõe em seus Arts 186 e 927 que aquele que causar dano a outrem deve repará-lo. Dessa maneira, a pessoa que chegue a sofrer uma queda devido à água vazada ou gotejando de um aparelho de ar-condicionado tem o direito de ser indenizada pelos danos sofridos. Isso abrange despesas médicas, custos com medicamentos, lucros cessantes (dias sem trabalhar) e danos morais (Art 402 e 949 do Código Civil brasileiro).

Algumas legislações estaduais versam sobre o tema. No Rio de Janeiro, a Lei Municipal nº 2.749 de 23/03/1999, estabelece em seu artigo 1º, que os aparelhos de ar-condicionado projetados para o exterior das edificações deverão dispor de acessório, em forma de calha coletora, para captar a água produzida e impedir o gotejamento na via pública. A lei estabelece multa pelo seu descumprimento, menciona que são considerados infratores o proprietário, o titular do domínio útil ou o possuidor do imóvel, conforme o caso.

Essas legislações devem ser sancionadas em cada Estado para que os prejuízos às pessoas que circulam sob essas áreas de gotejamento sejam mitigados.

A Figura 9 apresenta o dreno conectado do ar condicionado instalado na OPP3.

Figura 9 - OPP3: Ar condicionado Dreno conectado



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

A Figura 9 apresenta a conexão da mangueira ao dreno e atrapalha a circulação de pessoas no ambiente em que está instalada. O Código Civil brasileiro em seu Art 1.336 alerta quanto ao comprometimento da segurança das áreas comuns de circulação.

A Figura 10 apresenta o lodo causado pela água do dreno na frente da fachada. Essa água é proveniente do ar condicionado instalado na OPP3.

Figura 10 - OPP3: Lodo causado pela água do dreno



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

A Figura 10 evidencia o acúmulo de lodo na pavimentação da área externa da OPP3, consequência do gotejamento constante e sem controle do dreno do ar-condicionado. A falta de uma condução adequada para a rede pluvial, conforme preconizado pela NBR 16655-1:2018, resulta em degradação estética e risco de escorregamento na circulação.

A Figura 11 traz a parte externa do ar condicionado, ou seja, a condensadora, instalado na OPP4. Apresenta também o dreno do ar condicionado e o lodo causado pela água que cai do dreno diretamente na calçada.

Figura 11 - OPP4: Ar condicionado, dreno e lodo causado por sua água



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Na Figura 11, observa-se na OPP4 a formação de crostas de lodo e umidade na fachada devido ao descarte do condensado diretamente sobre o elemento construtivo. Esta patologia, além de comprometer a vida útil do reboco e da pintura, demonstra o descumprimento dos critérios de projeto que visam proteger a integridade das superfícies externas da edificação.

A Figura 12 exibe a unidade condensadora da OPP5 com sua linha de dreno executada sem a caixa de passagem para o dreno de ar-condicionado.

Figura 12 - OPP5: Ar condicionado e dreno



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

No caso da Figura 12, pode-se notar que a ausência da caixa polar adequada para a tubulação, dessa forma expõe o sistema e compromete a declividade correta, além de favorecer o acúmulo de água no interior do dreno do ar-condicionado.

A Figura 13 apresenta a liberação da água do sistema de ar condicionado da OPP5 sobre o piso de concreto intertravado.

Figura 13 - OPP5: Lodo causado pela água do dreno



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Conforme ilustrado na Figura 13, o gotejamento do sistema da OPP5 sobre o piso de concreto intertravado resultou em uma mancha extensa de lodo.

Nota-se a ausência de um ponto de descarte definitivo. O condensado torna-se um agente de degradação do piso, além de criar um foco de umidade permanente que favorece a proliferação de microrganismos.

A Figura 14 demonstra, na OPP6, a utilização de uma conexão improvisada para o dreno da unidade interna.

Figura 14 - OPP6: Ar condicionado 1 Dreno instalado



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Diante do registro fotográfico percebe-se a falta de materiais padronizados, bem como o devido projeto para a passagem da tubulação. Dessa forma observa-se a presença de uma ferramenta para elevar o nível do aparelho evaporador para que a água não retorne pelo ponto de descarte.

Na Figura 15 observa-se uma instalação executada sem acabamento adequado para passagem da tubulação de drenagem.

Figura 15 - OPP6: Ar condicionado 2 Dreno instalado



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Pela Figura 15 semelhante ao mesmo problema da Figura 14 na OPP6, embora não seja possível identificar ligação ao esgoto sanitário, verifica-se a ausência de solução específica para organização e proteção do dreno.

Atualmente existem dispositivos como caixas de passagem para drenos de ar-condicionado, conhecidas comercialmente como caixas polares, que proporcionam melhor acabamento estético, proteção da tubulação e facilidade de manutenção. A utilização desses dispositivos contribui para uma instalação mais segura, organizada e compatível com boas práticas construtivas.

A Figura 16 evidencia a formação de lodo causada pelo descarte contínuo da água condensada diretamente sobre o piso.

Figura 16 - OPP6: Ar condicionado 2 Lodo causado pela água do dreno



Fonte: Arquivo pessoal (2026).

Essa condição demonstrada na Figura 16 expõe que a ausência de um sistema adequado de destinação do condensado, favorece o crescimento de microrganismos, degradação estética do revestimento e aumento do risco de escorregamentos.

A elevada incidência de descarte inadequado do condensado demonstra que o sistema de drenagem continua sendo tratado como elemento secundário durante a instalação dos aparelhos de ar-condicionado. Em muitos casos, a preocupação dos instaladores concentra-se exclusivamente no funcionamento do equipamento e negligencia aspectos relacionados à durabilidade da edificação e à salubridade dos ambientes.

Outro aspecto relevante refere-se à ausência de sifões. Embora o condensado seja uma água relativamente limpa, sua conexão inadequada à rede de esgoto pode favorecer a entrada de odores e gases indesejáveis nos ambientes climatizados. Além dos impactos ao conforto dos usuários, essa condição pode comprometer a qualidade do ar interior, aspecto amplamente discutido pelas normas brasileiras de climatização.

A formação recorrente de lodo nas áreas externas observada em praticamente todas as obras analisadas demonstra que o descarte superficial do condensado produz impactos visíveis nas edificações. Além de prejudicar a estética das construções, essa condição aumenta o risco

de escorregamentos e contribui para a deterioração precoce dos revestimentos.

Os resultados possibilitam analisar que a maioria das inconformidades identificadas não decorre de limitações tecnológicas ou de elevado custo financeiro, mas principalmente da falta de conhecimento técnico, da inexistência de projetos específicos e da ausência de fiscalização durante a execução das instalações.

5.1 Análise da instalação do sistema de drenagem

O escoamento do condensado depende exclusivamente da ação da gravidade nas instalações avaliadas. Na OPP2 (Figura 5, 6, 7 e 8) e na OPP3 (Figura 9), constatou-se a ausência de um caimento constante e linear. A presença de tubulações desalinhadas ou com trechos em aclave favorece a estagnação da água no interior do conduto, reduz a seção útil de um escoamento e pode ocasionar o acúmulo de água e aumentar a probabilidade de transbordamentos na unidade interna (evaporadora).

O destino final do condensado apresentou severas inconformidades com as normas. Na OPP1, OPP2, OPP3 e OPP4, a água limpa proveniente da condensação é descartada diretamente sobre o piso externo, calçadas ou vias públicas. Essa prática gera um fluxo contínuo de umidade que propicia a proliferação acelerada de algas e lodo, torna as superfícies escorregadias e danifica o pavimento.

A utilização do sifão na linha no dreno do ar-condicionado é importante para garantir a vedação do sistema por meio da formação de um selo hídrico. Esse dispositivo impede a entrada de gases, odores e insetos provenientes das tubulações, contribui para a manutenção das condições de salubridade e conforto dos ambientes internos. Dessa forma, o sifão atua como uma barreira sanitária e pode evitar a comunicação direta entre o sistema de drenagem e o ambiente climatizado.

Em todas as obras onde o dreno foi instalado não foi identificada a instalação de sifão na tubulação do ar-condicionado. Na OPP2 a mangueira simplesmente adentra na grelha do ralo de forma direta (Figura 7), o que desfaz a eficiência do fecho hídrico e permite que a pressão negativa da evaporadora succione gases nocivos do esgoto para o ambiente climatizado, o que viola a norma NBR 16655.

Ficou evidente a total falta de padronização dos materiais nas vistorias. Enquanto a NBR 16655-1:2018 sugere o uso de tubulações rígidas como PVC com diâmetros apropriados para evitar obstruções, identificou-se o uso generalizado de mangueiras plásticas flexíveis de baixa qualidade. Na OPP2 observa-se uma mangueira flexível escura, de diâmetro inferior a

20mm que foi adaptada para conduzir o condensado ao ralo, e perceptivelmente, fixada de forma improvisada.

As tubulações e mangueiras externas encontram-se soltas ou sustentadas por amarrações improvisadas. Na OPP3 (Figura 9), a linha de drenagem estende-se em um vão livre de forma aérea, presa apenas pelas extremidades, o que provoca a formação de “barrigas” (deformações por flexão) devido ao peso próprio da água que chega a anular qualquer caimento planejado. Na OPP2 a mangueira apoia-se na grade de ferro oxidada (Figura 5), o que pode ter acelerado a deterioração do polímero pela exposição direta aos raios solares.

A qualidade da execução foi classificada como insatisfatória e predominantemente empírica. A interface entre os aparelhos e o dreno carece de conexões técnicas adequadas (luvas, joelhos ou adaptadores normalizados).

As principais patologias identificadas em campo foram:

1 - Formação crônica de lodo: presente nas calçadas e bases de alvenaria da OPP1, OPP2, OPP3, OPP4 e OPP5. Isso alterou a estética e, claramente, cria risco de acidentes por gotejamentos aos transeuntes.

2 - Deterioração: no revestimento e na pintura. As infiltrações, na alvenaria externa, provocadas por respingos constantes e condensação nas tubulações sem isolamento demonstram a deterioração.

Ao confrontar os dados coletados com os textos normativos, percebe-se que nenhuma das instalações avaliadas atende plenamente às diretrizes da NBR 16655-1:2018 para instalações residenciais de ar-condicionado. A completa omissão de materiais rígidos padronizados e a ausência do fecho hídrico protetor caracterizam o panorama amostral como não conforme perante as exigências nacionais.

5.2 Síntese crítica

A análise integrada dos dados coletados permite concluir que as instalações hidrossanitárias associadas aos sistemas de ar-condicionado em obras de pequeno porte apresentam fragilidades significativas quanto ao atendimento das normas técnicas brasileiras.

Entre as principais inconformidades identificadas destacam-se: ausência de sifões em todas as instalações analisadas; descarte inadequado do condensado em calçadas, fachadas e vias públicas; utilização de mangueiras flexíveis em substituição a tubulações adequadas; deficiência na fixação e sustentação das linhas de drenagem; falta de inclinação contínua para

o escoamento por gravidade; ausência de planejamento hidrossanitário específico para os sistemas de climatização.

De acordo com o que foi observado, os sifões estão ausentes em todas as OPPs, e por ser uma instalação essencial, compreende-se que é necessária a presença deste item para não comprometer o sistema de ar condicionado.

Na Tabela 1, observa-se o descarte inadequado do condensado nas OPPs.

Tabela 1 - Descarte inadequado do condensado

Obra de Pequeno Porte	DESCARTE		
	CALÇADA	FACHADA	VIA PÚBLICA
OPP1	X		
OPP2		X	X
OPP3		X	X
OPP4	X	X	
OPP5	X		
OPP6	X		

Fonte: Autoria própria (2026).

Essas falhas demonstram que os sistemas de drenagem dos aparelhos de ar-condicionado ainda são frequentemente executados de forma empírica, sem observância integral das recomendações normativas e dos manuais dos fabricantes.

E com os dados da Tabela 1, chega-se aos percentuais de 66,6% de descarte do condensado em calçadas, 50% descartado em fachadas e 33,3% do condensado a cair diretamente em via pública.

A Tabela 2 demonstra o tipo de tubulação encontrada em cada uma das OPPs.

Tabela 2 - Tubulação encontrada

Obra de Pequeno Porte	TUBULAÇÃO		
	INEXISTENTE	MANGUEIRA	TUBO DE PVC
OPP1	X		X
OPP2		X	
OPP3		X	
OPP4	X		
OPP5	X		
OPP6	X		

Fonte: Autoria própria (2026).

Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de fortalecer a atuação dos profissionais habilitados, promover programas de capacitação técnica e ampliar a conscientização dos proprietários quanto à importância do correto dimensionamento e execução desses sistemas.

A adoção dessas medidas pode contribuir significativamente para a redução de patologias construtivas, melhoria da qualidade do ar interior e aumento da vida útil das edificações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou as instalações hidrossanitárias de ar-condicionados em obras de pequeno porte nos municípios de Apodi-RN e Potiretama-CE. Por meio do diagnóstico fotográfico e técnico realizado na amostra selecionada, foi possível identificar um cenário generalizado de negligência construtiva e descumprimento das normas técnicas brasileiras regulamentadoras, em específico a ABNT NBR 16655-1:2018.

Identificou-se que a maioria das instalações é executada sem planejamento prévio ou previsão estrutural nas edificações. O confronto com as diretrizes normativas expôs graves desvios, com destaque para a ausência crônica de sifões em pontos de descartes hidrossanitários, o uso de materiais inadequados como mangueiras flexíveis de seção reduzida e a falta de caimento contínuo nas tubulações de escoamento. Essas falhas executivas manifestam-se fisicamente através do surgimento de patologias como proliferação excessiva de lodo em calçadas, infiltrações em fachadas e riscos iminentes à salubridade e à qualidade do ar interior devido à suposição de refluxo de gases do esgoto.

Como contribuição prática e com o intuito de mitigar as problemáticas apontadas, sugerem-se como resultados as seguintes boas práticas de engenharia baseadas nas normas vigentes para obras de modo geral, e em específico as obras de pequeno porte, alvo deste trabalho:

- Obrigatório planejamento em projeto - toda edificação nova deve prever o caminhamento das linhas de drenagem de ar-condicionado em seu projeto hidrossanitário básico, por meio do estabelecimento de pontos de coleta rígidos e embutidos.
- Uso de sifões específicos - quando o descarte for direcionado para a malha de esgoto sanitário secundário, torna-se obrigatória a instalação de um sifão com fecho hídrico mínimo de 50mm dedicado exclusivamente ao dreno, para que impeça o retorno de odores e contaminantes.
- Padronização de materiais - utilizar tubos e conexões de PVC rígido soldável com diâmetro nominal mínimo de 20 mm ($\frac{3}{4}$ "), com vistas a garantir a rigidez mecânica, a vedação adequada, ao invés de mangueiras flexíveis em trechos longos.
- Garantia de declividade - manter uma inclinação mínima constante de 1% (1 cm por metro linear) no sentido do fluxo para evitar bolhas de ar e estagnação da água condensada.

- Descarte sustentável e seguro - priorizar o descarte do condensado na rede de águas pluviais ou em sistemas de infiltração no solo (jardins), para vedar o gotejamento direto sobre calçadas, calçamentos e áreas de livre circulação de pessoas.

Por fim, conclui-se que a melhoria da qualidade dessas instalações perpassa necessariamente pela valorização do acompanhamento técnico por profissionais habilitados (engenheiros civis e técnicos de climatização) e pela promoção de treinamentos de capacitação para a mão de obra executora local.

Recomenda-se para trabalhos futuros a ampliação do escopo de análise com o monitoramento quantitativo da qualidade microbiológica do ar interno em ambientes cujos drenos estejam conectados sem sifões, aprofundando os impactos das patologias hidrossanitárias na saúde pública.

Nota sobre o uso de Inteligência Artificial

Em conformidade com as diretrizes de transparência e integridade na pesquisa científica, declara-se que a ferramenta de Chat GPT foi utilizada na etapa de escrita deste Trabalho de Conclusão de Curso. A IA foi empregada estritamente para o refinamento estilístico, correção gramatical e reorganização estrutural, visando aprimorar a coesão e a coerência do texto acadêmico. Ressalta-se que a ferramenta não foi utilizada para a geração, alteração ou interpretação dos dados de campo ou tabelas apresentadas, cuja autoria, análise crítica e responsabilidade técnica permanecem integralmente a cargo do autor.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Larissa Moura et al. Análise de patologias em instalações hidráulicas e sanitárias de edificações residenciais e comerciais. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 11, p. Acesso em: 28 jun. 2026.

AMORIM, M. C. de C. T. (2021). Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, 25. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/abclima.v0i0.65136>. Acesso em: 15 jun. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:2005**. Desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005. 33 p. Disponível em: normadedesempenho.com.br. Acesso em: 1 dez. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-3:2024**. Instalações de condicionamento de ar – Sistemas centrais e unitários Parte 3: qualidade do ar interior. Rio de Janeiro, 2005. 33 p. Disponível em: normadedesempenho.com.br. Acesso em: 10 dez. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16655-1:2018** Instalação sistemas residenciais de ar-condicionado - Split e compacto. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/11384/abnt-nbr16655-1-instalacao-de-sistemas-residenciais-de-ar-condicionado-split-e-compacto-parte-1-projeto-e-instalacao>. Acesso em: 15 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO SUL-BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO. **Documentos**. Disponível em: <https://asbrav.net.br/institucional/documentos>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BARRO JÚNIOR, Luiz Henrique. **Patologia em instalações hidráulicas**: guia prático para o profissional. Universidade de Araraquara. 2018. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/tcc_luiz_henrique_pre-projetorev2.pdf. Acesso em: 27 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3523_28_08_1998.html. Acesso em: 13 maio. 2026.

CÂNDIDO, Jeferson Lucas; MORAIS, Lucas Salomão Rael de; REIS, Ricardo Prado Abreu. **Avaliação da aplicação de medidas de segurança do trabalho em obras de pequeno porte**. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/76194/39811> Acesso em: 18 maio. 2026.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Patologias dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 4.ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2021, 264p.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**: arquitetura e urbanismo. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18350/material/Manual>

ConfortoTERMICO.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

GOMES, Flávia Ingrid Bezerra Paiva. **Adequação de índices a partir da percepção de conforto e proposta de diagrama de conforto térmico humano do semiárido** (DICTHUS). 2024. 199 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/617140038/Manual-Para-Reparo-Reforco-e-Protecao-Para-Estrutura-de-Concreto>. Acesso em: 01 dez. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa anual da pesquisa da construção**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023 (Notas técnicas, v. 33). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2023_v33_notas_tecnicas.pdf. Acesso em: 17 nov. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal**. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em 24 abr. 2026.

LG ELECTRONICS. **Manual de instalação ar-condicionado**. Disponível em: <https://www.leverosintegra.com.br/download/manuais/LG/Manual-de-instalacao-lg-dual-inverter-voice-uv-nano-12000-btus-r32.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2025.

MIGUEZ, M. G.; DI GREGÓRIO, L. T.; VERÓL, A. P. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

OLIVEIRA, Ana Caroline Soares de et al. **Climatização e ventilação de ambientes**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Edificações) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, ETEC Vasco Antonio Venchiarutti, Jundiaí-SP, 2024. Orientador: Pedro Norberto de Paula Filho.

PEREIRA, João Vinícius da Silva. **O processo de urbanização e sua influência no aumento da temperatura média na cidade de Natal**. 2025. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025.

RIO DE JANEIRO. **Lei nº 2749**, de 23 de março de 1999. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/267861/lei-2749-99>. Acesso em: 12 maio. 2026.

SCHLICHTING, Igor Sartori. **Análise da eficiência e operação do sistema de ar-condicionado no consumo de energia elétrica de residências multifamiliares**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/263901/PECV1356-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y> Acesso em: 25 maio. 2026.

SILVA, Maria Cecília do Nascimento Camargo da; ABDALLA, Abdul Midon William. Ação da umidade em edificações - métodos de prevenção e recuperação. **Revista Tecnológica da FATEC**, v.15, n. 1, 2024. Disponível em: < <https://doi.org/10.62790/rtfv15n1-012/>>. Acesso

em: 20 abr. 2026.