



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES

ADRIANO JONES SÁ ARAÚJO

GERENCIAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE *DATA CENTER*:

Implementação do *Software* OpenDCIM na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá

MACAPÁ

2025

ADRIANO JONES SÁ ARAÚJO

GERENCIAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE *DATA CENTER*:

Implementação do *Software* OpenDCIM na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP, como requisito avaliativo para obtenção de título de Tecnólogo em Tecnologia de Redes de Computadores.

Orientador: Prof. Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto

MACAPÁ
2025

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- A663g Araújo, Adriano Jones Sá
 Gerenciamento de infraestrutura de data center: implementação do software OpenDCIM na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá / Adriano Jones Sá Araújo - Macapá, 2025.
 63 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Tecnologia em Redes de Computadores, 2025.
- Orientador: Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto.
1. gerenciamento de data center. 2. openDCIM. 3. software livre. I. Barreto, Esp. Jairo de Kássio Siqueira, orient. II. Título.
-

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ADRIANO JONES SÁ ARAÚJO


GERENCIAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE *DATA CENTER*:

Implementação do *Software* OpenDCIM na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP, como requisito avaliativo para obtenção de título de Tecnólogo em Tecnologia de Redes de Computadores.

Orientador: Prof. Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **JAIRO DE KASSIO SIQUEIRA BARRETO**
Data: 30/01/2026 15:23:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto

Documento assinado digitalmente
 **THIEGO MACIEL NUNES**
Data: 30/01/2026 15:29:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Thiago Maciel Nunes

Documento assinado digitalmente
 **WANDRESON CARDOSO CAVALCANTE**
Data: 30/01/2026 15:05:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Esp. Wandreson Cardoso Cavalcante

Apresentado em: 16 de dezembro de 2025.

Nota: 9,8

RESUMO

A crescente dependência de sistemas de tecnologia da informação nas instituições, públicas e privadas, torna essencial o gerenciamento eficiente e confiável da infraestrutura de *data center* (DCIM). Contudo, a implementação de ferramentas DCIM proprietárias frequentemente envolve custos elevados e complexidade, representando um obstáculo significativo, especialmente para organizações de médio e pequeno porte. Diante desse cenário, este trabalho investiga o OpenDCIM, um programa de código aberto, como uma alternativa tecnicamente viável e economicamente vantajosa. O problema central abordado é definir os procedimentos para a implementação do OpenDCIM na gestão da infraestrutura de *data center* da Assembleia Legislativa do Estado do Amapá (ALAP). O objetivo geral é, portanto, verificar esses procedimentos de implementação na ALAP. Para tal, foram definidos os seguintes objetivos específicos: investigar como a gestão dos recursos de TI é atualmente realizada na instituição; verificar a existência de ferramentas DCIM em uso; detalhar os procedimentos necessários para a implementação do programa OpenDCIM; realizar um levantamento completo dos armários e equipamentos de telecomunicações existentes; alimentar o sistema OpenDCIM com as informações coletadas; mapear as conexões físicas e lógicas entre os equipamentos registrados; e, por fim, analisar os resultados e benefícios da implementação do OpenDCIM para o gerenciamento da infraestrutura de *data center* da Assembleia Legislativa. O estudo busca, assim, apresentar e validar uma solução eficaz, de baixo custo e baseada em *software* livre para otimizar a gestão da infraestrutura de TI do órgão público em questão, contribuindo para a melhoria da disponibilidade e confiabilidade dos seus serviços tecnológicos. Os resultados demonstraram que o OpenDCIM é eficaz no controle de ativos, mapeamento de equipamentos, visualização de armário de telecomunicações, e no monitoramento dos principais parâmetros do *data center*. A plataforma se mostrou adequada à realidade da ALAP, oferecendo ganhos em organização, rastreabilidade, redução de custos e melhoria na tomada de decisão. Conclui-se que a adoção do OpenDCIM proporciona uma gestão mais estratégica da infraestrutura de TI, sendo uma solução escalável, segura e de fácil manutenção.

Palavras-chave: Gerenciamento *data center*; OpenDCIM; *software* livre.

ABSTRACT

The growing reliance on information technology systems in institutions, both public and private, makes efficient and reliable data center infrastructure management (DCIM) essential. However, the implementation of proprietary DCIM tools often involves high costs and complexity, representing a significant obstacle, especially for medium and small-sized organizations. Given this scenario, this work investigates OpenDCIM, an open-source software, as a technically viable and economically advantageous alternative. The central problem addressed is defining the procedures for implementing OpenDCIM in the data center infrastructure management of the Legislative Assembly of the State of Amapá (ALAP). The general objective is, therefore, to verify these implementation procedures at ALAP. To achieve this, the following specific objectives were defined: investigate how IT resource management is currently carried out in the institution; verify the existence of DCIM tools in use; detail the necessary procedures for implementing the OpenDCIM software; conduct a complete survey of existing telecommunications racks and equipment; populate the OpenDCIM system with the collected information; map the physical and logical connections between the registered equipment; and, finally, analyze the results and benefits of implementing OpenDCIM for managing the Legislative Assembly's data center infrastructure. The study thus seeks to present and validate an effective, low-cost solution based on free software to optimize the IT infrastructure management of the public body in question, contributing to improving the availability and reliability of its technological services.

Keywords: Data Center Management; OpenDCIM; Free Software.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1	Rede de computadores.....	10
2.2	Padrões infraestrutura de redes.....	12
2.3	Ferramentas para gerenciamento da infraestrutura de <i>data center</i>.....	14
3	GESTÃO DE INFRAESTRUTURA DE TI E OPENDCIM.....	18
3.1	Gerenciamento de ativos.....	19
3.2	Monitoramento ambiental.....	20
3.3	Gerenciamento de energia.....	22
3.4	Planejamento de capacidade.....	23
3.5	Acesso remoto.....	24
4	IMPLANTAÇÃO DO OPENDCIM.....	26
4.1	Ambiente de implantação do OpenDCIM.....	27
4.2	Estratégia de implantação do OpenDCIM.....	28
4.3	Configuração inicial do OpenDCIM.....	30
4.4	Alimentando informações dos <i>data centers</i>.....	35
4.5	Resultados.....	43
5	LIMITAÇÕES DO ESTUDO E TRABALHOS FUTUROS.....	47
5.1	Limitações do estudo.....	47
5.1.1	Limitações relacionadas à documentação pré-existente.....	47
5.1.2	Limitações relacionadas aos dados históricos e rastreabilidade.....	48
5.1.3	Limitações operacionais e de funcionalidade.....	48
5.1.4	Limitações em monitoramento ambiental e sensores.....	49
5.1.5	Limitações de escalabilidade e performance.....	49
5.1.6	Limitações quanto à curva de aprendizado e capacitação.....	50
5.1.7	Limitações relacionadas a mudanças contínuas da infraestrutura.....	50
5.2	Trabalhos futuros.....	50

5.2.1	Integração com ferramentas de monitoramento e observabilidade.....	50
5.2.2	Automação de inventários através de APIs e scripts.....	51
5.2.3	Implementação de conformidade e compliance automatizado.....	52
5.2.4	Desenvolvimento de modelos preditivos e análise de capacidade avançada.....	52
5.2.5	Capacitação contínua e documentação em português.....	52
5.2.6	Pesquisa comparativa com outras ferramentas DCIM.....	53
5.2.7	Pesquisa longitudinal e validação de impacto.....	53
6	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE A - TUTORIAL DE INSTALAÇÃO DO OPENDCIM.....	59
	ANEXO A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO ALAP.....	63

1 INTRODUÇÃO

As instituições, sejam públicas ou privadas, dependem cada vez mais de sistemas de tecnologia da informação para realizar suas atividades diárias, o que torna crítico garantir que esses sistemas operem de maneira eficiente e confiável. Segundo Behr, Kim e Spafford (2009), a indisponibilidade da infraestrutura de tecnologia da informação está diretamente associada a impactos negativos no negócio, podendo resultar em perdas financeiras significativas em razão de falhas operacionais e interrupções nos serviços de TI, especialmente em órgãos públicos onde a continuidade dos serviços é obrigatória por lei. Nesse contexto, uma parte fundamental é o gerenciamento da infraestrutura de *data center*, responsável por hospedar serviços, aplicações e dados essenciais ao funcionamento organizacional.

A gestão eficiente de uma rede corporativa é essencial para assegurar a disponibilidade e a confiabilidade dos serviços de tecnologia da informação. Para isso, é necessário implementar ferramentas de gerenciamento de infraestrutura de *data center* (DCIM – *Data Center Infrastructure Management*) que permitam monitorar e controlar o ambiente de TI. Kurose e Ross (2014) destacam que a complexidade das redes modernas exige sistemas de monitoramento integrados para prevenir falhas em cascata.

Segundo Travassos (2021), a implementação de ferramentas de gerenciamento de *data center* pode ser custosa e complexa, a depender do porte e das características da instituição, sendo muitas vezes inviável para organizações de médio e pequeno porte investir em soluções DCIM proprietárias.

Nesse cenário, ganha relevância o uso de soluções de código aberto. Uma opção popular é o OpenDCIM, um *software* licenciado sob GPL v3 que permite monitorar e gerenciar a infraestrutura de tecnologia da informação de uma organização, oferecendo uma alternativa economicamente viável e tecnicamente adequada às necessidades de gerenciamento de *data center*. Geerling (2020), em seu livro sobre Ansible, reforça que soluções *open source* eliminam licenças caras de ferramentas comerciais, mantendo funcionalidade equivalente.

O campo de pesquisa deste trabalho é a Assembleia Legislativa do Estado do Amapá (ALAP), sediada na capital Macapá. De acordo com informações públicas da instituição, a ALAP representa o povo amapaense e compõe-se de 24 Deputados Estaduais eleitos pelo sistema proporcional, com mandato de quatro anos, exercendo funções legislativas e de

fiscalização dos atos do Poder Executivo, conforme as Constituições Federal e Estadual. Nesse contexto institucional, a gestão da infraestrutura de TI é estratégica para garantir a continuidade dos serviços legislativos e administrativos, conforme preconiza a Lei nº 13.460/2017 (Lei de Prestação de Serviços Públicos).

A questão norteadora deste trabalho é: Quais são os procedimentos necessários para a implementação do *software* OpenDCIM no gerenciamento da infraestrutura de *data center* da Assembleia Legislativa do Estado do Amapá? A partir dessa questão, definiu-se como objetivo geral verificar os procedimentos para implementação do *software* OpenDCIM como ferramenta de gerenciamento de infraestrutura de *data center* (DCIM) na ALAP.

Para alcançar este objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: investigar como é realizada gestão dos recursos de tecnologia da informação; investigar se há ferramentas para gerenciamento da infraestrutura de *data center*; definir os procedimentos para implementação do *software* OpenDCIM; realizar levantamento dos armários e equipamentos de telecomunicações; Alimentar as informações no *software* OpenDCIM, mapear as conexões existentes entre os equipamentos; analisar os resultados da implementação do *software* OpenDCIM na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá para o gerenciamento de sua infraestrutura de *data center*.

Este trabalho está organizado em seis seções. A seção 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando conceitos de redes de computadores, padrões de infraestrutura, gerenciamento de *data centers* e ferramentas DCIM, com ênfase em como esses conceitos fundamentam a escolha do OpenDCIM. A seção 3 aprofunda a discussão sobre gestão de infraestrutura de TI, articulando teoria com as práticas e desafios específicos da ALAP. A seção 4 descreve a implantação do OpenDCIM, focando nos procedimentos de alto nível e na análise de resultados observados. A seção 5 discute limitações e trabalhos futuros, enquanto a seção 6 apresenta as conclusões, discutindo os resultados da implementação e as melhorias observadas na gestão do *data center* da ALAP.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção aborda os conceitos fundamentais de rede de computadores, padrões de infraestrutura e ferramentas para gerenciamento da Infraestrutura de *Data Center* (DCIM), estabelecendo o embasamento teórico para a implementação do *software* OpenDCIM na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá.

2.1 Rede de computadores

Redes de computadores são fundamentais para empresas e organizações, pois permitem a comunicação e troca de informações entre diferentes dispositivos, sistemas e pessoas. No entanto, gerenciar uma infraestrutura de rede pode ser uma tarefa complexa e desafiadora, especialmente em ambientes empresariais onde a rede pode ser grande e complexa.

De acordo com Kurose e Ross (2014), uma rede de computadores é um conjunto de dispositivos interconectados que podem trocar informações e recursos. Esses dispositivos podem incluir computadores pessoais, servidores, dispositivos de rede como roteadores e comutadores de redes, e outros dispositivos como impressoras e dispositivos móveis.

Para Tanenbaum, Feamster e Wetherall (2021), uma rede de computadores é um conjunto de dispositivos interconectados que são capazes de compartilhar recursos e trocar informações. Os autores destacam que as redes têm se tornado cada vez mais importantes para a comunicação em todas as áreas da vida, particularmente em ambientes corporativos onde a disponibilidade e confiabilidade são críticas.

Kurose e Ross (2014) enfatiza que a comunicação em rede envolve a transmissão de pacotes de dados de um dispositivo para outro. Cada pacote é composto de um cabeçalho e uma carga útil. O cabeçalho contém informações de controle, como o endereço de origem e destino do pacote, enquanto a carga útil contém os dados reais sendo transmitidos.

Ainda, segundo Kurose e Ross (2014), as redes de computadores são fundamentais para a comunicação e compartilhamento de informações em ambientes empresariais e pessoais. A compreensão dos modelos de referência OSI e TCP/IP, bem como a segurança da rede, são essenciais para o gerenciamento bem-sucedido da infraestrutura de rede.

Tanenbaum, Feamster e Wetherall (2021) destacam a importância da arquitetura em redes de computadores, discutindo os modelos de referência, como o modelo OSI e o modelo

TCP/IP, e os principais protocolos de comunicação em cada camada desses modelos.

Além disso, os autores enfatizam a importância do gerenciamento de redes de computadores, discutindo questões como o monitoramento de desempenho, o gerenciamento de configuração e a resolução de problemas. Para os autores, os principais componentes de uma rede são os dispositivos de rede, os comutadores e roteadores, e os protocolos de comunicação.

Também é importante conhecer as características que envolvem as redes de computadores como os tipos de topologias de redes e os principais componentes utilizados na infraestrutura. Estes conhecimentos auxiliam no planejamento da implantação da rede e no seu gerenciamento.

Kurose e Ross (2014) traz diversas topologias de rede de computadores, sendo citadas como principais as topologias de barramento, anel, estrela, malha e híbrida. O autor conceitua as topologias de rede de computadores da seguinte forma:

- **Topologia de barramento (*Bus*):** todos os dispositivos de rede são conectados a um único cabo ou barramento. Cada dispositivo tem acesso ao meio compartilhado e a comunicação ocorre quando um dispositivo transmite dados pelo cabo;
- **Topologia de anel (*Ring*):** dispositivos são conectados em uma rede em forma de anel, onde cada dispositivo é conectado a dois dispositivos vizinhos. A comunicação ocorre quando os dados são transmitidos de um dispositivo para o próximo até chegar ao destino;
- **Topologia de estrela (*Star*):** cada dispositivo de rede é conectado a um ponto central (como um *switch* ou *hub*), criando uma rede em forma de estrela. A comunicação ocorre quando os dados são enviados de um dispositivo para o ponto central e, em seguida, para o dispositivo de destino;
- **Topologia de malha (*Mesh*):** cada dispositivo de rede é conectado a todos os outros dispositivos, criando uma rede em forma de malha. Isso proporciona uma alta redundância e tolerância a falhas, pois os dados podem ser roteados por diferentes caminhos;
- **Topologia híbrida:** combinação de duas ou mais topologias. Por exemplo, uma rede pode ter uma topologia de estrela no nível local e uma topologia de malha no nível de rede ampla.

A escolha de topologia depende dos requisitos de confiabilidade, escalabilidade e custo. Em *data centers* como o da ALAP, a topologia de estrela hierárquica é predominante,

permitindo centralização de gerenciamento e facilidade de expansão.

Definida a topologia da rede, torna-se fundamental conhecer os componentes que integram a infraestrutura de tecnologia da informação. Nesse contexto, Mendes (2015) destaca que os principais componentes de uma rede de computadores compreendem:

- **Dispositivos de rede**, os quais são os dispositivos físicos que compõem a rede, como roteadores, comutadores, *hubs*, *gateways*, servidores, computadores, impressoras, telefones IP, entre outros;
- **Meio físico**, que é o meio que permite a comunicação entre os dispositivos de rede, como cabos de cobre, fibras ópticas, radiofrequência e infravermelho;
- **Protocolos**, que são as regras e procedimentos que definem como os dispositivos de rede se comunicam e trocam informações. Existem diversos protocolos de rede, como o TCP/IP, o HTTP, o FTP, o DNS, entre outros;
- **Serviços de rede**, por sua vez, são os recursos e serviços que são disponibilizados pela rede para os usuários, como compartilhamento de arquivos, impressoras, acesso à internet, e-mail, telefonia IP, entre outros;
- **Segurança de rede**, na qual envolve a proteção dos dados e dos dispositivos da rede contra ataques e ameaças externas ou internas. Isso inclui a implementação de políticas de segurança, o uso de criptografia, firewalls, antivírus, autenticação e autorização de usuários, entre outras medidas;
- **Administração de rede**, que é o conjunto de atividades e processos que visam gerenciar e manter o bom funcionamento da rede de computadores. Isso envolve a configuração e manutenção dos dispositivos de rede, o monitoramento e diagnóstico de falhas, a implementação de políticas de segurança, o planejamento e expansão da rede, entre outras atividades.

A compreensão desses componentes é essencial para justificar a necessidade de uma ferramenta integrada como o OpenDCIM, que consolida informações sobre todos esses elementos em um banco de dados centralizado (CMDB), facilitando a gestão holística da infraestrutura.

2.2 Padrões infraestrutura de redes

Além de conhecimento na área de rede de computadores, também se faz necessário conhecer as normas que auxiliam na padronização de uma infraestrutura de redes, pois

permitem uma abordagem mais homogênea da implantação e gestão da rede. Esta padronização facilita a continuidade dos serviços, documentação e gerenciamento dos ativos de redes e da infraestrutura, onde se aplicam desde a nomenclatura dos componentes da infraestrutura até os protocolos e sistemas operantes na rede.

Os padrões de infraestrutura de redes são especificações técnicas que definem as melhores práticas e requisitos mínimos para o projeto, implementação e operação de redes de computadores. Esses padrões são desenvolvidos por organizações internacionais de padronização, como a IEEE, a ISO e a ITU-T.

Alguns dos padrões de infraestrutura de redes mais comuns incluem:

- **Ethernet (IEEE 802.3)**: Define as especificações para a transmissão de dados em redes locais (LANs) com fio;
- **Wi-Fi (IEEE 802.11)**: Define as especificações para a transmissão de dados em redes locais sem fio (WLANs);
- **TCP/IP (Internet Protocol Suite)**: Define o conjunto de protocolos de comunicação que são usados para conectar dispositivos à internet;
- **DNS (Domain Name System)**: Define o sistema que converte nomes de domínio em endereços IP;
- **SNMP (Simple Network Management Protocol)**: Define o protocolo usado para gerenciamento de rede;
- **VLAN (Virtual Local Area Network)**: Define a tecnologia que permite a criação de redes virtuais em cima de uma rede física;
- **VPN (Virtual Private Network)**: Define a tecnologia que permite a criação de redes privadas virtuais que se estendem através da internet.

No Brasil a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) realiza a publicação de normas que buscam trazer padrões amplamente adotados pela indústria de tecnologia e são usadas para garantir a interoperabilidade entre dispositivos de rede de diferentes fabricantes e fornecedores. Ao seguir esses padrões, as empresas podem garantir que suas redes sejam confiáveis, seguras e escaláveis.

Dentre as normas publicadas pela ABNT temos:

- **NBR 14565:2012**: Sistemas de cabeamento estruturado para edifícios comerciais e *data centers*: Esta norma estabelece os requisitos mínimos para projetar, instalar e manter sistemas de cabeamento estruturado em edifícios comerciais e *data centers*;

- **NBR 14565-2:2013:** Projeto e instalação de cabeamento estruturado em edifícios comerciais e *data centers*: Esta norma estabelece as diretrizes para projeto e instalação de sistemas de cabeamento estruturado em edifícios comerciais e *data centers*;
- **NBR 14565-3:2013:** Operação e manutenção de sistemas de cabeamento estruturado em edifícios comerciais e *data centers*: Esta norma estabelece as diretrizes para a operação e manutenção de sistemas de cabeamento estruturado em edifícios comerciais e *data centers*;
- **NBR 14565-1:2013:** Componentes para cabeamento estruturado: Esta norma estabelece as especificações para componentes de cabeamento estruturado, incluindo cabos, conectores, patch cords e tomadas;
- **NBR 14656:2011:** Terminologia de redes de computadores: Esta norma estabelece a terminologia padrão para redes de computadores, incluindo termos relacionados a protocolos de rede, dispositivos de rede e topologias de rede;
- **NBR 16415:** Caminhos e espaços para cabeamento estruturado: Esta norma especifica a estrutura e os requisitos para os caminhos e espaços, dentro ou entre edifícios, para troca de informações e cabeamento estruturado de acordo com a norma NBR 14565.

Essas normas fundamentam a necessidade de documentação estruturada, padronização de nomenclatura e rastreabilidade de mudanças, exatamente o que o OpenDCIM proporciona através de seu banco de dados centralizado e funcionalidades de auditoria. Na ALAP, a implementação do OpenDCIM facilita a conformidade com essas normas ao manter um registro único, atualizado e auditável de toda a infraestrutura.

2.3 Ferramentas para gerenciamento da infraestrutura de *data center*

Se tratando de gerenciamento de infraestrutura de *data center*, Segundo Travassos (2021), o DCIM (*Data Center Infrastructure Management*) é uma solução de *software* que visa gerenciar e monitorar as infraestruturas físicas e virtuais de um *data center*. Essa solução integra diversas áreas de um *data center*, como energia, refrigeração, segurança, rede, ativos e espaço físico.

De acordo com o autor, o DCIM é importante para garantir a eficiência operacional do *data center*, fornecendo informações em tempo real sobre o uso de energia, o status dos

dispositivos de refrigeração, o controle de acesso e a localização dos ativos. Com essas informações, é possível identificar gargalos, prevenir falhas e tomar decisões informadas para maximizar o uso dos recursos disponíveis.

Travassos (2021) destaca que o DCIM também é importante para a segurança do *data center*, permitindo a monitoração de atividades suspeitas, controle de acesso e gestão de incidentes de segurança.

O autor enfatiza que, para aproveitar ao máximo os benefícios do DCIM, é importante integrá-lo às ferramentas de gerenciamento de TI e aos sistemas de automação do *data center*. Além disso, é importante que a solução DCIM seja escalável e possa ser atualizada conforme as necessidades do *data center* evoluem.

Existem algumas ferramentas para o realizar a tarefa de gerenciamento da infraestrutura de *data center* com ótimo custo/benefício, como o DataFaz DCIM, o RackTables e o OpenDCIM.

O Datafaz DCIM é uma solução de gerenciamento de infraestrutura de *data center* (DCIM) desenvolvida pela Specto Tecnologia. Ele é projetado para ajudar os usuários a monitorar e gerenciar a infraestrutura de Tecnologia da Informação - TI em um *data center*, permitindo uma melhor gestão dos recursos e aumento da eficiência operacional.

O *software* Datafaz DCIM oferece uma ampla variedade de recursos, incluindo monitoramento em tempo real do consumo de energia e temperatura, gerenciamento de ativos e equipamentos, gestão de espaço físico e controle de acesso. Ele também oferece recursos de relatórios e análises avançados para ajudar os usuários a tomar decisões informadas.

O Datafaz DCIM é altamente personalizável, permitindo que os usuários ajustem a interface e os recursos para atender às suas necessidades específicas. Ele pode ser acessado por meio de dispositivos móveis e *desktops*, permitindo que os usuários monitorem e gerenciem a infraestrutura de TI em qualquer lugar e a qualquer momento.

De acordo com Travassos (2021), o seu ponto forte está no *hardware* utilizado pela solução que realiza a captura de informações de dados dos ativos e de sensores fornecidos pela empresa.

Em comparação com soluções proprietárias como o Datafaz DCIM, o OpenDCIM destaca-se pela soberania tecnológica e ausência de custos de licenciamento. Em um ambiente de administração pública, a adoção de uma ferramenta *open-source* robusta elimina a dependência de fornecedores (vendedor lock-in) e permite a personalização total do código-fonte para atender às particularidades da rede da Assembleia Legislativa.

O RackTables é um *software* livre de gerenciamento de *data center* que permite documentar, gerenciar e planejar a infraestrutura de TI, oferecendo uma interface web intuitiva compatível com diversos sistemas operacionais e bancos de dados (LI et al., 2024).

Com o RackTables, é possível realizar o inventário completo de *hardware* e *software* do *data center*, incluindo servidores, comutadores, roteadores, cabos e outros ativos, registrando informações críticas como endereços IP, nomes de host e localização física (NETBOX LABS, 2023). Essa funcionalidade facilita a identificação de ativos, o rastreamento de mudanças e a resolução de problemas operacionais, contribuindo para a eficiência na gestão de infraestrutura.

O *software* também oferece controle de acesso granular, permitindo definir permissões específicas para visualização e edição de informações, além de recursos de gerenciamento de projetos como calendário e sistema de tickets para coordenação de tarefas relacionadas à infraestrutura de TI (DATA CENTER KNOWLEDGE, 2025).

Um recurso distintivo do RackTables é a criação de diagramas personalizados de armários de telecomunicações (*rack diagrams*), que proporcionam visualização gráfica simplificada da disposição dos ativos e suportam a otimização do espaço físico em *data centers* (LI et al., 2024). Adicionalmente, inclui ferramentas de relatórios e gráficos analíticos para identificação de tendências de uso de recursos e planejamento de capacidade (NETBOX LABS, 2023).

Ao realizar uma análise comparativa entre as soluções de DCIM discutidas, observa-se que, embora o RackTables ofereça uma gestão de ativos eficiente, ele carece da profundidade visual e do mapeamento de infraestrutura física (camada 1) que o OpenDCIM proporciona. Enquanto o RackTables se assemelha mais a um banco de dados de gerenciamento de configuração (CMDB), o OpenDCIM entrega uma representação gráfica fiel do layout do *Data Center*, facilitando a tomada de decisão imediata sobre espaço e capacidade.

O OpenDCIM é uma solução de gerenciamento de infraestrutura de *data center* (DCIM) de código aberto, desenvolvido pela empresa norte-americana *The OpenDCIM Project*. Ele é projetado para ajudar os usuários a gerenciar eficientemente a infraestrutura de TI em um *data center*, permitindo um melhor controle dos recursos e uma gestão mais eficiente das operações.

O *software* OpenDCIM oferece uma ampla variedade de recursos, incluindo gerenciamento de ativos e equipamentos, monitoramento de energia e refrigeração,

planejamento de capacidade, controle de acesso e gestão de espaço físico. Ele também oferece recursos de relatórios e análises avançados para ajudar os usuários a tomar decisões informadas.

Uma das principais vantagens do OpenDCIM é que ele é de código aberto e gratuito, o que significa que os usuários podem acessar e personalizar o código-fonte para atender às suas necessidades específicas. Ele também é altamente escalável, permitindo que os usuários gerenciem *data centers* de qualquer tamanho e em qualquer localização geográfica.

O OpenDCIM tem uma comunidade ativa de desenvolvedores e usuários que trabalham constantemente para melhorar e atualizar o programa. Além disso, ele tem uma interface de usuário intuitiva e fácil de usar, tornando-o uma escolha popular entre organizações de todos os tamanhos e setores.

O OpenDCIM pode ter um impacto significativo na eficiência, segurança e confiabilidade das operações em um *data center*, além de ser um programa gratuito e completo no gerenciamento da infraestrutura de *data center*. Algumas das principais razões para isso incluem o gerenciamento de ativos, monitoramento do ambiente, gerenciamento de energia, planejamento de capacidade e fácil acesso via *web*.

Consequentemente, o OpenDCIM consolida-se como a melhor escolha técnica para este projeto. Ele equilibra a gratuidade com uma funcionalidade completa, abrangendo desde o inventário detalhado de ativos até o monitoramento de infraestrutura elétrica e refrigeração, superando a concorrência acadêmica e comercial no que tange à flexibilidade de implementação via contêineres e facilidade de manutenção por equipes internas.

3 GESTÃO DE INFRAESTRUTURA DE TI E OPENDCIM

Dado a importância do assunto para este trabalho, nesta seção, serão apresentados os principais eixos da gestão de infraestrutura de Tecnologia da Informação (TI), articulando conceitos teóricos consolidados com as funcionalidades oferecidas pelo *software* OpenDCIM, integrando práticas gerais de gerenciamento de redes. Serão discutidos os principais desafios enfrentados pela instituição na gestão de *data center* e como o OpenDCIM pode ajudar a superá-los, enfatizando etapas como planejamento, instalação, configuração, monitoramento, manutenção e otimização.

O gerenciamento de infraestrutura de redes compreende o conjunto de práticas técnicas e administrativas voltadas a garantir a operação eficiente, segura e escalável das redes de computadores, abrangendo desde o planejamento até a operação contínua dos serviços. Esse gerenciamento é fundamental para assegurar a disponibilidade dos recursos de TI e a continuidade das atividades organizacionais (BEHR; KIM; SPAFFORD, 2009). De acordo com Kurose e Ross (2014), o gerenciamento de redes é essencial para manter níveis adequados de desempenho e confiabilidade, envolvendo atividades como monitoramento, diagnóstico de falhas, correção de problemas e otimização do uso dos recursos de comunicação.

Tais atividades permitem reduzir impactos causados por falhas e indisponibilidades da infraestrutura. De forma geral, o gerenciamento da infraestrutura de rede envolve etapas interdependentes, tais como planejamento, instalação, configuração, monitoramento, manutenção e otimização. Mendes (2015) destaca que a correta integração dessas etapas é indispensável para o funcionamento adequado da rede, uma vez que falhas em qualquer uma delas podem comprometer a comunicação e os serviços oferecidos aos usuários.

Diante da complexidade e da criticidade dessas operações, a Assembleia Legislativa do Estado do Amapá (ALAP) enfrentava o desafio de gerenciar sua infraestrutura de TI sem uma abordagem integrada. A implementação do OpenDCIM surge como uma resposta estratégica para centralizar e automatizar muitas dessas funções, reduzindo erros manuais e aprimorando a qualidade das decisões gerenciais. O OpenDCIM é projetado para oferecer um controle eficiente dos recursos e uma gestão otimizada das operações em um *data center*, consolidando diversas funcionalidades que abordam os fundamentos do gerenciamento de infraestrutura de TI.

3.1 Gerenciamento de ativos

O gerenciamento de ativos é uma atividade essencial em qualquer organização, que visa garantir o controle e o uso eficiente dos ativos da instituição. O gerenciamento de ativos é uma prática fundamental para as instituições que desejam ter um controle efetivo de seus recursos e garantir a continuidade dos negócios, incluindo não apenas os ativos financeiros, mas também os ativos de tecnologia da informação, como *hardware*, *software*, equipamentos de rede e dispositivos móveis.

No contexto do *data center*, o gerenciamento de ativos se torna ainda mais crítico, uma vez que os recursos de TI são essenciais para a operação da instituição e sua indisponibilidade pode gerar impactos significativos. Para começar, é importante destacar que o gerenciamento de ativos envolve a identificação, o controle e a manutenção dos recursos de TI de uma instituição. Segundo Behr, Kim e Spafford (2009), o gerenciamento de ativos tem como objetivo garantir que os recursos de TI estejam disponíveis, sejam utilizados de forma eficiente e estejam alinhados aos objetivos do negócio.

Em um *data center*, o gerenciamento de ativos compreende a identificação e o controle de servidores, *storages*, *switches*, roteadores, *firewalls* e outros equipamentos que compõem sua infraestrutura. O gerenciamento de ativos de *data center* permite que a equipe de TI tenha um controle efetivo dos recursos e possa tomar decisões informadas sobre investimentos, manutenção e atualizações. Uma das principais tecnologias utilizadas nesse contexto é o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados de Configuração (CMDB).

Como destaca O'Donnell e Casanova (2009), o CMDB é uma ferramenta essencial para o gerenciamento de ativos de TI, pois permite que as informações sobre os recursos sejam centralizadas, padronizadas e atualizadas. O CMDB proporciona à equipe de TI uma visão unificada dos recursos do *data center*, incluindo informações sobre configurações, relacionamentos entre componentes, histórico de mudanças e outros dados relevantes. Blum (2012) ressalta que essa ferramenta possibilita uma visão holística do ambiente de TI, facilitando decisões estratégicas sobre investimentos e mudanças.

Além do CMDB, outras tecnologias são empregadas no gerenciamento de ativos, como o Sistema de Gerenciamento de Ativos de *Software* (SAM), que permite o controle e a gestão de licenças, e o Sistema de Gerenciamento de Ativos de Rede (NAMS), que auxilia na identificação e controle dos equipamentos de rede. A padronização de equipamentos e configurações é outra prática essencial no gerenciamento de ativos. Fernandes e Abreu (2014) afirmam que essa padronização é fundamental para garantir eficiência, permitindo maior

controle e gerenciamento por parte da equipe de TI.

Além disso, a padronização facilita a manutenção e o suporte, pois a equipe passa a conhecer melhor as configurações e funcionalidades dos equipamentos. Freire (2018) aponta que a padronização dos servidores e configurações é uma prática indispensável para aumentar a eficiência da gestão e facilitar o suporte técnico. Outra prática relevante é a gestão de inventário, que possibilita o controle efetivo sobre os recursos do *data center*.

Freire (2018) afirma que essa prática permite identificar equipamentos obsoletos, falhas de *hardware*, problemas de desempenho e outros fatores que podem impactar as operações da empresa. Com base na gestão de inventário, também é possível planejar melhor os investimentos, considerando a vida útil dos ativos e a necessidade de substituição ou atualização. Geerling (2020) destaca que essa prática é essencial para o planejamento e gerenciamento eficiente dos recursos de TI.

A realização de auditorias periódicas também é crucial para identificar problemas de conformidade, riscos de segurança e outras questões que podem comprometer a operação da empresa. O gerenciamento de ativos de *data center* não é uma atividade isolada, mas um processo contínuo que requer colaboração entre diversas áreas, como TI, operações, finanças e compliance.

Gallacher e Morris (2012) enfatizam que o gerenciamento de ativos é essencial para a continuidade dos negócios, devendo ser conduzido de maneira integrada e colaborativa. O OpenDCIM, com sua capacidade de gerenciamento centralizado de ativos como servidores, dispositivos de rede e equipamentos de armazenamento, facilita a identificação de ativos, a atualização de informações de configuração e a monitoração do desempenho, integrando-se perfeitamente a essas práticas.

3.2 Monitoramento ambiental

O monitoramento ambiental em um *data center* é uma prática essencial para garantir a segurança e confiabilidade dos equipamentos de tecnologia da informação. Segundo Tanenbaum e Van Steen (2018), *data centers* são ambientes de alta densidade de energia e calor, que exigem um controle rigoroso das condições ambientais, como temperatura, umidade, pressão e qualidade do ar. Qualquer desvio dessas condições pode levar a falhas no *hardware*, tempo de inatividade e perda de dados, impactando diretamente a disponibilidade dos serviços de TI.

O monitoramento ambiental é realizado por meio de sensores estrategicamente posicionados em diferentes pontos do ambiente para monitorar as condições ambientais em tempo real. Gizli e Gómez (2018) explicam que esses sensores emitem alertas aos operadores do *data center* caso haja algum desvio das condições ideais, permitindo uma resposta rápida e eficaz. Esse monitoramento pode ser realizado tanto manual quanto automaticamente, dependendo do porte e da complexidade do *data center*.

A relevância do monitoramento ambiental se manifesta em diversas frentes. Primeiramente, ele contribui para a eficiência energética do *data center*, possibilitando que a equipe de operações ajuste as condições ambientais para reduzir o consumo de energia. Isso pode incluir a otimização da temperatura ou da umidade para que os equipamentos operem com maior eficiência, resultando em economias significativas de energia e na redução das emissões de carbono, como apontado por Beloglazov et al. (2012).

Além disso, o monitoramento ambiental é importante para garantir a segurança dos equipamentos de TI. Temperaturas muito altas ou muito baixas podem causar falhas nos equipamentos, e a umidade excessiva pode danificar os componentes eletrônicos sensíveis.

De acordo com Greenberg et al. (2009), o monitoramento ambiental auxilia a equipe de operações a identificar problemas potenciais antes que eles causem falhas nos equipamentos, minimizando o risco de tempo de inatividade e perdas financeiras. Outro aspecto vital é o cumprimento de regulamentações e normas de governança corporativa, muitas das quais exigem que as empresas monitorem e relatem as condições ambientais de seus *data centers*. Sivarajah et al. (2017) afirmam que o monitoramento ambiental é fundamental para que as empresas mantenham a conformidade com essas exigências.

Além disso, o monitoramento ambiental em um *data center* permite à equipe de operações identificar tendências e padrões em relação às condições ambientais. Isso pode incluir padrões sazonais de temperatura e umidade, bem como tendências de consumo de energia. Beloglazov et al. (2012) indicam que essa capacidade de análise ajuda a identificar problemas potenciais e a implementar medidas corretivas antes que se tornem maiores.

O OpenDCIM, neste cenário, é uma ferramenta poderosa, pois pode ser utilizado para monitorar os níveis de temperatura, umidade e energia no *data center*. Isso assegura que as condições ambientais permaneçam dentro dos limites aceitáveis e ajuda a prevenir falhas de equipamentos decorrentes de superaquecimento ou outros problemas ambientais, integrando-se como um componente chave da estratégia de monitoramento contínuo da infraestrutura.

3.3 Gerenciamento de energia

O gerenciamento de energia representa uma preocupação crescente e de alta relevância no setor de Tecnologia da Informação, especialmente no contexto dos *data centers*, que são grandes consumidores de energia elétrica. Nesse sentido, diversos autores têm se dedicado a estudar e propor soluções para esse desafio. Um dos principais debates na área em relação às estratégias de alocação de recursos para maximizar a eficiência energética.

Beloglazov et al. (2012) propõem heurísticas de alocação de recursos que levam em consideração não apenas o consumo de energia, mas também a carga de trabalho e a demanda dos usuários. Já Gizli e Gómez (2018) propõem um *framework* para gerenciamento de energia em *data centers* baseado em aprendizado de máquina, que utiliza dados históricos para prever a demanda futura e otimizar a alocação de recursos.

Outro tema em debate é a utilização de fontes renováveis de energia nos *data centers*. Greenberg et al. (2009) apontam que a utilização de fontes renováveis, como energia solar e eólica, pode reduzir significativamente o impacto ambiental dos *data centers*. No entanto, ainda há desafios a serem superados, como a intermitência dessas fontes e a necessidade de infraestrutura adicional para sua implementação.

Beloglazov et al. (2012) destacam a importância da conscientização dos usuários e gestores de TI em relação ao consumo de energia. Eles apontam que a implementação de medidas simples, como a utilização de equipamentos mais eficientes e o desligamento de equipamentos ociosos, pode gerar economias significativas de energia.

Além disso, o uso de ferramentas de virtualização permite a criação de ambientes isolados para testes e desenvolvimento, sem impactar os servidores de produção. Freire (2018) afirma que a virtualização contribui para a eficiência operacional. Essa prática permite redução de custos com *hardware* e energia elétrica, oferecendo uma solução escalável e flexível.

Em síntese, o gerenciamento de energia é um campo complexo e em constante evolução, que demanda a adoção de múltiplas estratégias para maximizar a eficiência energética nos *data centers*. A combinação de heurísticas de alocação de recursos, o uso de fontes renováveis e a conscientização são caminhos essenciais para enfrentar esse desafio.

Nesse contexto, o OpenDCIM se destaca como uma ferramenta valiosa, pois permite monitorar e gerenciar o consumo de energia de cada equipamento no *data center*, além de possibilitar um planejamento mais eficiente do uso de energia. Essa capacidade resulta em

economias de custos significativas e na redução do impacto ambiental, alinhando-se aos objetivos de otimização e eficiência energética que são parte integrante do gerenciamento de infraestrutura de TI.

Com a visibilidade do consumo de energia, à ALAP, foi possível identificar equipamentos obsoletos consumindo energia desnecessariamente, habilitando decisões de desativação ou reposição mais informadas.

3.4 Planejamento de capacidade

O planejamento de capacidade é um processo crítico e estratégico para o gerenciamento de infraestrutura de TI, especialmente no que tange aos *data centers*, que precisam ser capazes de suportar as demandas crescentes e dinâmicas dos usuários. A importância de um planejamento robusto é amplamente reconhecida, e diversos autores têm se dedicado a investigar e propor soluções para este desafio complexo. Este processo se conecta diretamente com as etapas de planejamento e otimização da infraestrutura de rede, conforme delineado na introdução desta seção, garantindo que os recursos estejam sempre alinhados às necessidades presentes e futuras da organização.

Uma das abordagens predominantes para o planejamento de capacidade é a utilização de modelos baseados em análise de desempenho. Esses modelos consideram o desempenho atual do sistema, as tendências de crescimento e a capacidade futura necessária para suportar as demandas previstas. Kliazovich, Bouvry e Khan (2013) propõem um modelo de planejamento de capacidade que integra esses fatores para determinar a capacidade ideal.

Outra perspectiva relevante é a aplicação de modelos baseados em análise de custo-benefício, que utilizam dados de custo e desempenho para identificar a combinação mais vantajosa de recursos alocados, maximizando o retorno sobre o investimento. Chung *et al.* (2018) também enfatizam a relevância de técnicas de previsão de demanda, sugerindo o uso de redes neurais artificiais para prever a demanda futura de recursos de TI, o que permite aos gestores planejar a capacidade com maior precisão.

O planejamento de capacidade também pode ser realizado de forma mais precisa com a utilização de ferramentas de monitoramento e análise de desempenho. Essas ferramentas permitem que os gestores de TI monitorem o desempenho dos sistemas em tempo real e realizem ajustes quando necessário para garantir que a capacidade esteja sempre adequada às demandas dos usuários.

A utilização de tecnologias de virtualização é uma consideração importante, pois

permite que os recursos de *hardware* sejam alocados de forma mais eficiente, possibilitando que múltiplos sistemas operacionais e aplicativos sejam executados em um único servidor físico. Isso não apenas reduz custos, mas também aumenta a eficiência do *data center*.

Além disso, a utilização de estratégias de migração de carga de trabalho também pode ajudar no planejamento de capacidade. Essas estratégias permitem que as cargas de trabalho sejam distribuídas de forma mais eficiente entre os servidores disponíveis, garantindo que nenhum servidor fique sobrecarregado e que a capacidade esteja sempre adequada.

A automação de tarefas rotineiras e repetitivas também se mostra benéfica, liberando os gestores de TI para se concentrarem em tarefas mais estratégicas, como o próprio planejamento de capacidade. Com o OpenDCIM, é possível realizar um planejamento de capacidade do *data center* com antecedência, evitando a superlotação e garantindo que haja recursos suficientes para atender às necessidades atuais e futuras, consolidando as práticas de planejamento e otimização em uma única plataforma integrada.

3.5 Acesso remoto

O acesso remoto às informações e recursos do *data center* tem se consolidado como um recurso indispensável para as equipes de TI modernas, especialmente aquelas que gerenciam múltiplos *data centers* ou operam em regimes de trabalho remoto. Mendes (2015) observa que, com o avanço tecnológico, a capacidade de acessar remotamente informações do *data center* para monitorar, configurar ou realizar manutenção em servidores e equipamentos de rede tornou-se uma necessidade urgente.

Um dos principais benefícios do acesso remoto é a redução de custos operacionais e o aumento da eficiência na gestão dos *data centers*. Basso (2020) destaca que o acesso remoto permite que as equipes de TI gerenciem múltiplos *data centers* com maior agilidade, sem a necessidade de deslocamentos físicos para cada local.

Além disso, o acesso remoto proporciona flexibilidade à equipe de TI, permitindo que os profissionais trabalhem de qualquer lugar. Tanenbaum, Feamster e Wetherall (2021) destacam que essa capacidade é especialmente útil em situações de emergência, quando ações rápidas são necessárias para mitigar falhas ou interrupções.

Contudo, essa flexibilidade traz consigo desafios relacionados à segurança da informação. Stallings (2014) alerta que é essencial garantir que apenas pessoas autorizadas tenham acesso aos dados do *data center* e que o tráfego de informações ocorra por canais

seguros.

Para mitigar esses riscos, é fundamental implementar medidas de proteção robustas, como criptografia de dados, autenticação forte e o uso de conexões seguras. A norma NBR ISO/IEC 27002:2022 reforça a importância de que as equipes estejam preparadas para lidar com vulnerabilidades e ataques cibernéticos, promovendo uma gestão proativa da segurança da informação.

Outro aspecto essencial é a utilização de ferramentas de monitoramento, que possibilitam acompanhar o desempenho dos servidores e identificar falhas de forma antecipada. Burgess (2006) afirma que essas ferramentas proporcionam uma visão completa de sistemas e servidores, permitindo a detecção proativa de problemas antes que impactem os usuários finais.

A documentação detalhada dos procedimentos de acesso remoto e gestão dos *data centers* é vital. Magalhães e Pinheiro (2007) salientam que manter um registro detalhado das ações realizadas nos servidores e equipamentos de rede é indispensável para garantir rastreabilidade e transparência nas operações.

Um benefício adicional do acesso remoto é a possibilidade de automação de tarefas repetitivas, o que melhora a produtividade e reduz o esforço manual. Geerling (2020) destaca que a automação, aliada ao acesso remoto, facilita a centralização da gestão dos *data centers*.

No entanto, Gallacher e Morris (2012) ressaltam que a automação deve estar sempre alinhada com as políticas de segurança e governança da organização. O acesso remoto a informações do *data center* é, portanto, uma ferramenta essencial para a gestão moderna de infraestrutura de TI. Contudo, exige investimentos em tecnologias, políticas de segurança e qualificação da equipe.

Fernandes e Abreu (2014) reforçam que os profissionais de TI devem estar preparados para lidar com os desafios e aproveitar as oportunidades oferecidas pelo acesso remoto, garantindo continuidade e competitividade para os negócios. Soluções como o OpenDCIM permitem o acesso remoto às informações do *data center* de forma segura via web, o que é particularmente útil para equipes que gerenciam múltiplas unidades, contribuindo para o aumento da eficiência, melhoria da segurança e redução de custos, além de colaborar com práticas sustentáveis no gerenciamento de *data centers*. Isso centraliza a administração para a equipe da ALAP, melhorando a resposta a incidentes.

4 IMPLANTAÇÃO DO OPENDCIM

A Assembleia Legislativa do Estado do Amapá - ALAP é uma instituição de grande importância para o Estado e sua população, pois é um Poder que dispõe sobre as matérias de competência legislativa do Estado, além de exercer a fiscalização dos atos do Poder Executivo, nos termos das Constituições Federal e Estadual.

Compete à Assembleia Legislativa, com sanção do Governador do Estado, dispor sobre todas as matérias de competência do Estado, especialmente sobre o sistema tributário estadual, instituição de impostos, taxas, contribuição de melhoria e contribuição social; plano plurianual, diretrizes orçamentárias, orçamento anual, operações de crédito a qualquer título e dívida pública; bens de domínio do Estado e normas gerais sobre alienação, concessão, cessão, permuta, arrendamento e aquisição dos mesmos; organização administrativa e judiciária do Ministério Público, da Procuradoria-Geral do Estado, e da Defensoria Pública; entre muitas.

A Equipe de tecnologia da informação da Assembleia Legislativa é organizada, pela lei 2.382/2018-AL, em uma Diretoria de Tecnologia da Informação, um Departamento de Sistemas, Redes, Segurança e Suporte, e três divisões: Divisão de Análise e Desenvolvimento de Sistemas; Divisão de Redes, Infraestrutura e Segurança da Informação; e Divisão de Suporte Técnico e Capacitação.

Sua Infraestrutura de tecnologia da informação é composta por dois *data centers*, um no prédio sede e outro no prédio anexo localizado na Av. FAB S/N - Central, conectados por fibra óptica onde comportam os *racks* com os equipamentos de redes, servidores, telefonia e sistema de câmeras. A conexão entre os prédios da garagem e TV é realizada por link de rádio e com *racks* menores para o funcionamento das redes locais.

A escolha da ferramenta OpenDCIM para o gerenciamento da infraestrutura de *data center* da Assembleia Legislativa do Estado do Amapá - ALAP, se deu pela sua versatilidade em integração com outros sistemas, ter seu código fonte aberto, diversos templates de equipamentos e ser um *software* gratuito.

Além disso, sua implantação é bem simples e com poucas configurações fica pronta para uso. Ainda mais sendo utilizado contêiner docker para sua implantação na infraestrutura da instituição, dado que existem vários usuários que disponibilizam docker composes com a *stack* da aplicação pronta para rodar com poucos comandos e configuração de variáveis nas plataformas do Docker Hub e GitHub.

Seguindo as orientações do desenvolvedor do sistema, a OpenDCIM Foundation, Inc, em seu site <https://wiki.opendcim.org/wiki/index.php/Main_Page>, os requisitos do cliente são os seguintes: Um navegador Web compatível, o javascript deve estar ativado em seu cliente e deve estar conectado à rede o tempo todo, dado que o openDCIM não funciona em lote.

A instalação do servidor OpenDCIM, de acordo com o desenvolvedor, foi projetado para ser executado em um sistema LAMP bastante padronizado. No entanto, não há nenhum código específico do sistema operacional, portanto, ele pode ser executado em qualquer sistema operacional que possa executar os componentes:

- Um host com um servidor Web executando o Apache 2.x (ou superior) com um site habilitado para SSL;
- Banco de dados MySQL 5.x (ou superior);
- PHP 5.4 (ou superior);
- Autenticação do usuário (por meio do Apache ou usando o LDAP);
- Módulo php-snmp e o pacote graphviz (para o bom funcionamento de recursos como SNMP e Gráficos).

Seguindo uma abordagem mais simples para colocar uma aplicação em produção e minimizar problemas de compatibilidade de sistemas e pacotes, vamos utilizar uma outra forma de levantar o OpenDCIM no qual utilizaremos a plataforma Docker para iniciar e manter a aplicação em contêiner. Esta forma de levantar uma aplicação nos permite, por meio de um arquivo de configuração, iniciar o OpenDCIM em minutos, se não segundos.

Os procedimentos técnicos detalhados de instalação e configuração do ambiente encontram-se descritos no Apêndice A.

4.1 Ambiente de implantação do OpenDCIM

A implantação do *software* OpenDCIM foi realizada em ambiente virtualizado, utilizando uma máquina virtual hospedada em servidor de virtualização VMware ESXi, infraestrutura já consolidada na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá. A adoção da virtualização alinhando-se às práticas modernas discutidas por Tanenbaum; Feamster; Wetherall (2021), permite melhor aproveitamento dos recursos físicos disponíveis, além de facilitar a administração, a padronização do ambiente e a manutenção do sistema, em consonância com práticas modernas de gerenciamento de infraestrutura de tecnologia da informação.

A máquina virtual destinada ao OpenDCIM foi configurada com sistema operacional Linux Debian GNU/Linux versão 11, 4 GB de memória RAM, 40 GB de armazenamento em disco, um processador virtual e uma interface de rede. Essa configuração está em conformidade com as recomendações de Freire (2018), que enfatiza a importância da padronização de ambientes para facilitar a manutenção e o suporte técnico.

A escolha do sistema operacional Debian baseou-se em sua ampla adoção em ambientes de servidores, estabilidade, segurança e forte suporte da comunidade de *software* livre. Além disso, reflete as práticas recomendadas por Freire (2018), onde o uso de um sistema operacional de código aberto está alinhado às diretrizes de economicidade e flexibilidade exigidas em ambientes públicos, facilitando futuras manutenções e atualizações.

Para viabilizar a execução do OpenDCIM de forma isolada e padronizada, foram utilizados recursos de containerização, os quais demandaram a instalação prévia de pacotes e ferramentas específicas no sistema operacional. Este processo segue as diretrizes descritas por Henderson (2020), que ressalta a importância da isolamento de aplicações para maior segurança e portabilidade, além de dar suporte à estratégia de implantação adotada, sem impactar outros serviços existentes no ambiente.

Os procedimentos técnicos detalhados referentes à criação da máquina virtual, atualização do sistema operacional e instalação dos pacotes necessários encontram-se descritos no Apêndice A, de forma a manter o corpo do texto com foco metodológico e descritivo.

4.2 Estratégia de implantação do OpenDCIM

A utilização do Docker como plataforma de virtualização de *software* representa uma aplicação prática dos conceitos de gerenciamento de infraestrutura discutidos por Kurose e Ross (2014) e Travassos (2021). Como destacado por Travassos (2021), soluções de gerenciamento de infraestrutura de *data center* (DCIM) devem ser implementadas de forma a garantir eficiência operacional e facilidade de manutenção.

O Docker é uma plataforma de virtualização de *software* que permite empacotar e executar aplicativos em contêineres. Os contêineres são ambientes isolados que incluem todos os componentes necessários para executar um aplicativo, como bibliotecas, dependências e arquivos de configuração. Cada contêiner é executado como um processo isolado em um sistema operacional hospedeiro, compartilhando o kernel do sistema operacional com outros

contêineres em execução.

Como plataforma de containerização, o Docker proporciona um ambiente isolado que inclui todos os componentes necessários para executar o OpenDCIM, alinhando-se às recomendações de Burns e Beda (2018) sobre computação em nuvem e virtualização. Conforme os autores, a containerização oferece vantagens significativas em termos de portabilidade, escalabilidade e consistência entre ambientes de desenvolvimento e produção.

O processo de implementação do OpenDCIM em contêiner seguiu as seguintes etapas, em conformidade com as práticas de gerenciamento de infraestrutura descritas por Matthias e Kane (2015):

- Escrever um arquivo Dockerfile que descreva o aplicativo e suas dependências;
- Construir uma imagem Docker a partir do arquivo Dockerfile;
- Executar o contêiner a partir da imagem criada, especificando as configurações necessárias, como portas de rede, volumes de armazenamento e variáveis de ambiente.

O Docker simplifica a implantação e a execução de aplicativos, permitindo que os programadores criem ambientes de desenvolvimento e produção consistentes e reproduzíveis em várias plataformas. Além disso, o uso de contêineres oferece um nível adicional de segurança, pois os aplicativos são executados em ambientes isolados e podem ser facilmente atualizados e escalados.

No contexto da instituição estudada, o uso do Docker mostrou-se especialmente vantajoso por possibilitar a rápida implantação do OpenDCIM, além de facilitar o gerenciamento dos serviços associados, como servidor web e banco de dados. A aplicação passou a operar de forma consistente e reproduzível, atendendo aos requisitos de segurança, disponibilidade e confiabilidade exigidos para o gerenciamento da infraestrutura de tecnologia da informação.

A implantação foi realizada a partir de um conjunto de arquivos de configuração previamente definidos, responsáveis por orquestrar os serviços necessários ao funcionamento do OpenDCIM. Essa abordagem contribui para a organização do ambiente e para a redução de erros durante o processo de implantação, uma vez que todas as definições ficam centralizadas em arquivos versionáveis.

Como a aplicação OpenDCIM terá conteúdo sensível da instituição, optou-se pela utilização de comunicação segura por meio do protocolo HTTPS, para isso, criamos um par de chaves privada/pública que foi apontado no arquivo de configuração do servidor web apache no momento de iniciar o serviço, seguindo as recomendações de segurança da ABNT

NBR ISO/IEC 27002:2022, que estabelece controles de segurança da informação.

Para melhor organizar os arquivos, entraremos no diretório do projeto descompactado e criaremos os diretórios “*data*” e “*certs*”, os quais armazenam os conteúdos dos volumes mapeados no contêiner e as chaves SSL. Em seguida, foram realizadas edições nos arquivos de configuração *.env*, para definir as variáveis de ambiente do OpenDCIM e do banco de dados, e ajuste no *docker-compose.yml*, para ativar o mapeamento dos volumes a fim de garantir a persistência de dados e a segurança via HTTPS.

Esta abordagem de implementação está alinhada com as práticas de gerenciamento de infraestrutura descritas por Geerling (2020), que enfatiza a importância da automação e padronização na administração de sistemas. A utilização de arquivos de configuração e scripts facilita a reprodutibilidade do ambiente e reduz a possibilidade de erros humanos durante a implementação.

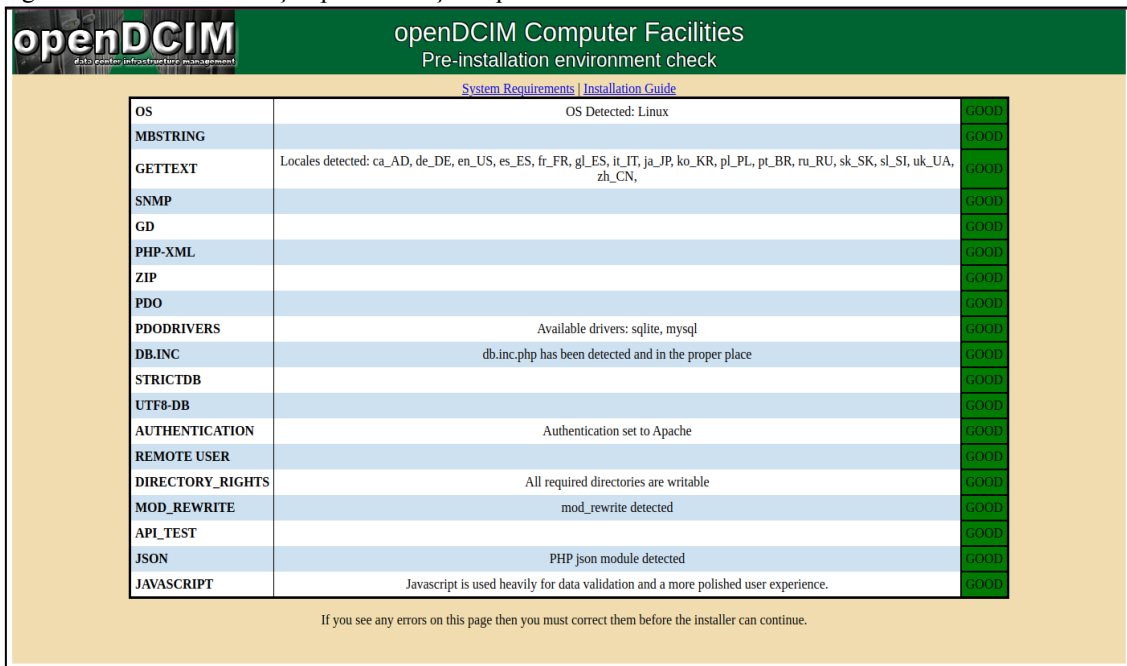
Os procedimentos operacionais detalhados referentes à obtenção do projeto, configuração dos arquivos, criação de certificados digitais e inicialização dos contêineres estão apresentados no Apêndice A, destinado exclusivamente à documentação técnica da instalação.

4.3 Configuração inicial do OpenDCIM

Após a inicialização do serviço OpenDCIM no Docker, as configurações iniciais foram realizadas através de interface web, acessível pelo endereço <https://dcim.al.ap.leg.br>. Este processo de configuração remota está em conformidade com as práticas de acesso remoto discutidas por Mendes (2015) e Basso (2020), que destacam a importância da administração remota para eficiência operacional e redução de custos.

O acesso ao sistema requer autenticação com credenciais definidas no arquivo *.env*, implementando o princípio de controle de acesso recomendado por Stallings (2014) e pela norma ABNT NBR ISO/IEC 27002:2022. Após autenticação, o sistema apresenta uma verificação de pré-instalação que valida se todos os componentes e módulos necessários estão disponíveis, exibindo o status “*GOOD*” em verde para requisitos atendidos, conforme mostra a Figura 1. Do contrário, é apresentado o erro que terá que ser corrigido para que se possa prosseguir e garantir o acesso da aplicação aos diretórios e arquivos necessários ao bom funcionamento do OpenDCIM.

Figura 1 - Tela de verificação pré-instalação OpenDCIM



OS	OS Detected: Linux	GOOD
MBSTRING		GOOD
GETTEXT	Locales detected: ca_AD, de_DE, en_US, es_ES, fr_FR, gl_ES, it_IT, ja_JP, ko_KR, pl_PL, pt_BR, ru_RU, sk_SK, sl_SI, uk_UA, zh_CN,	GOOD
SNMP		GOOD
GD		GOOD
PHP-XML		GOOD
ZIP		GOOD
PDO		GOOD
PDODRIVERS	Available drivers: sqlite, mysql	GOOD
DB.INC	db.inc.php has been detected and in the proper place	GOOD
STRICTDB		GOOD
UTF8-DB		GOOD
AUTHENTICATION	Authentication set to Apache	GOOD
REMOTE USER		GOOD
DIRECTORY_RIGHTS	All required directories are writable	GOOD
MOD_REWRITE	mod_rewrite detected	GOOD
API_TEST		GOOD
JSON	PHP json module detected	GOOD
JAVASCRIPT	Javascript is used heavily for data validation and a more polished user experience.	GOOD

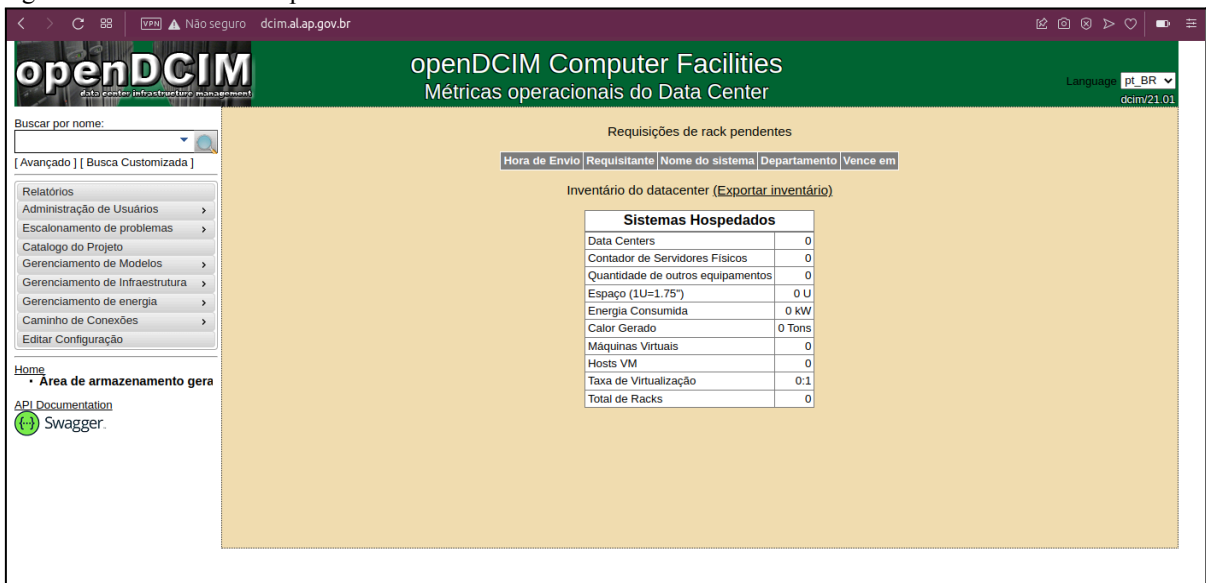
If you see any errors on this page then you must correct them before the installer can continue.

Fonte: OpenDCIM 21.01 (2024)

Conforme recomendado por Magalhães e Pinheiro (2007) sobre práticas de segurança em gerenciamento de serviços de TI, após a conclusão da instalação, o arquivo “install.php” foi removido do diretório da aplicação para evitar vulnerabilidades.

Excluído o arquivo mencionado acima, o usuário deve realizar a atualização da página web para acessar a tela inicial do OpenDCIM, conforme Figura 2, onde poderá realizar as configurações da organização, equipamentos e da infraestrutura do *data center*.

Figura 2 - Tela inicial do OpenDCIM



openDCIM Computer Facilities
Métricas operacionais do Data Center

Requisições de rack pendentes

Hora de Envio	Requisitante	Nome do sistema	Departamento	Vence em
Inventário do datacenter (Exportar inventário)				
Sistemas Hospedados				
Data Centers	0			
Contador de Servidores Físicos	0			
Quantidade de outros equipamentos	0			
Espaço (1U=1.75")	0 U			
Energia Consumida	0 kW			
Calor Gerado	0 Tons			
Máquinas Virtuais	0			
Hosts VM	0			
Taxa de Virtualização	0:1			
Total de Racks	0			

Fonte: OpenDCIM 21.01 (2024)

Por se tratar de um *software* livre, o administrador pode realizar diversas customizações, tipo colocar a logo marca da instituição, nome da instituição e entre outras. Vamos alterar esses itens clicando no menu “Editar Configuração” que está localizado na parte lateral esquerda da tela principal.

Na tela inicial do OpenDCIM encontramos o banner e caixa de linguagem na parte superior, a caixa de pesquisa, que nos permite procurar informações de equipamentos por etiqueta, fabricante, projeto, proprietário e número de série de forma facilitada. Os menus do programa e Navegação pela estrutura do *data center* (*Home*) na lateral esquerda em forma de árvore hierárquica, mostrando os *data centers* e armários de telecomunicações o que facilita o acesso a um determinado armário e seus equipamentos.

No centro da tela inicial temos a área de visualização do conteúdo dos menus ou da estrutura do *data center*. Vamos iniciar a configuração do nosso OpenDCIM definindo os dados da organização e outras informações para o ambiente, para isso, clicamos no menu “Editar Configuração”. Na próxima página, será apresentado uma tela com as seguintes abas: Geral, Fluxo de trabalho, Estilo, Email, Relatórios, Dicas, Cabeamento, Atributos customizados do equipamento, Attribute Mapping, LDAP, SAML, Verificação pré início e Créditos. Veja a Figura 3.

Figura 3 - Tela Menu Editar Configuração

The screenshot shows the 'openDCIM Computer Facilities' configuration page. The interface includes a search bar at the top left, a navigation menu on the left side, and a main configuration area with various tabs. The 'Geral' tab is active, showing fields for organization name, location, and standard panel tension. Below these are sections for 'Site Specific Paths', 'Tempo e medidas' (Time and measures), 'Usuários' (Users), and 'Utilização do Rack' (Rack utilization). The 'Utilização do Rack' section contains a table of alert thresholds for space, weight, temperature, and humidity.

Utilização do Rack			
Espaço Crítico:	80	Temperatura Crítica:	30
Alerta de Espaço:	60	Alerta de Temperatura:	25
Alerta de Peso:	80	Umidade Elevada:	75
Alerta de Peso:	60	Alerta de Umidade Baixa:	35
Alerta de Energia:	80	Atenção - Umidade Elevada:	55

Fonte: OpenDCIM 21.01 (2024)

Na aba “Geral” podemos definir o nome da organização, a localidade, tensão padrão dos painéis, especificações de diretórios, fuso horário, unidades de medida, usuários e

utilização do armário de telecomunicações. Sendo assim, vamos colocar as informações da instituição e configurar o fuso horário que atenda o fuso do Amapá e a unidade medida como métrica no lugar de inglês, ao fim, clicamos no botão Atualizar para salvar as modificações.

Na aba “Fluxo de trabalho” podemos habilitar para criar ordem de trabalho, opções de segurança para acesso, requisição e configuração de repositório online dos armários de telecomunicações. Nesta aba deixaremos as opções padrões, visto que não vemos a necessidade de alterações neste primeiro momento.

Já na aba “Estilo”, temos como personalizar as cores para os armário de telecomunicações e mapas, etiquetas e classes de equipamentos, configurações dos armário de telecomunicações, e as cores das páginas do site. Para deixarmos com as cores da identidade visual da Assembleia Legislativa do Amapá, vamos realizar a personalização para as cores da instituição.

Na aba ”Email” podemos realizar a configuração de servidor SMTP para que o OpenDCIM realize notificação por e-mail quando habilitado alertas de energia e sensores. Neste primeiro momento não iremos configurar o serviço de e-mail disponível no OpenDCIM.

Uma opção interessante é personalizar a página de relatórios, disponível na aba “Relatórios”. Nela podemos definir custos anual por armário de telecomunicações, Kw/h, logo do cabeçalho, fonte, URL base para instalação, opções de SNMP, relatório de capacidade e utilitários. Nesta aba iremos definir a logo da instituição e as opções de SNMP para que as configurações de comunidade SNMP e versão padrão da instituição fiquem disponíveis na criação de equipamentos e facilite o monitoramento de estado das portas de comutadores de redes.

Outra configuração que podemos definir é encontrada na aba ”Dicas”, nela temos itens que ficarão disponíveis em uma caixa de pop-up ao passar o mouse na imagem dos equipamentos sem precisar entrar nas configurações do equipamento. Iremos adicionar algumas para a instituição, como nº patrimônio, IP primário e nº de série.

Clicando na aba “Cabeamento” temos as opções de personalizar os tipos de mídias, cores dos cabos, filtro de conexões e caminhos de conexão. No tipo de mídias vamos criar os principais cabos e cores que utilizamos na instituição, neste caso, Fibras MM e SM, UTP Cat 5e e Cat 6 nas cores azul e amarelo.

Para os casos que se precise de outro atributo que não esteja disponível no OpenDCIM por padrão, podemos criar novas etiquetas com tipo de atributo e valor padrão, além do estado do equipamento. Como a instituição costuma registrar a informação de

endereço MAC, vamos criar o atributo MAC como o tipo string e aplicar a todos os equipamentos, assim, cada equipamento que criarmos terá disponível o campo cadastrado para o preenchimento.

Nas abas Atributo de mapeamento, LDAP e SAML podemos definir os valores para uma conexão LDAP ou SAML. Utilizamos estas abas quando se deseja utilizar o modo de autenticação diferente do modo padrão, Apache autenticação. Neste primeiro momento usaremos o modo de autenticação padrão do OpenDCIM, logo não realizamos alterações nestas abas.

Nas últimas abas, “Verificação pré início” e “Créditos”, temos as informações do carregamento e estados dos módulos do OpenDCIM e os créditos e contatos da equipe de desenvolvedores do OpenDCIM.

Além do menu “Editar Configuração”, temos os menus “Relatórios”, “Administração de Usuários”, “Escalonamento de Projetos”, “Catalogo de Projeto”, “Gerenciamento de Modelos”, “Gerenciamento de Infraestrutura”, “Gerenciamento de Energia” e “Caminho de Conexões”. No menu “Relatórios” temos a opção de emitir diversos relatórios quanto a relação de: ativos, proprietário, *data center*, projetos, departamentos, mapa de rede e inventário. Já em “Administração de Usuários” podemos criar e gerenciar usuários e departamentos, assim como as permissões de acesso na aplicação.

Já no menu “Escalonamento de problemas” podemos criar regras de escalonamento e períodos de tempo de escala, o que nos permite gerenciar o tempo de resolução de problemas e documentar que equipe está realizando o atendimento. Enquanto no menu “Catálogo de Projeto” temos como criar projetos de implantação e manutenção do *data center* especificando nome, patrocinador, data de início, prazo e fim do projeto.

Outro menu muito usado no dia a dia de trabalho é o “Gerenciamento de Modelos”, pois nele podemos criar modelos de equipamentos, sincronizar modelos de repositórios, baixar modelos de equipamentos prontos, carregar imagens de equipamentos e criar fabricantes que não estejam disponíveis no repositório externo. Sempre que não encontramos um equipamento no repositório, podemos realizar o carregamento da imagem, definir um fabricante e criar o equipamento definindo características, como quantidade de portas, fontes de energia e outros.

Quanto a configuração e gerência do *data center*, encontramos no menu “Gerenciamento de Infraestrutura” as opções para criar e editar armários de telecomunicações, *data center*, *Container* (delimitação de subáreas no *data center*), zonas,

fileiras de armários e imagens de prédios e plantas baixas. Este é um menu chave, pois nele que alimentamos a aplicação com informações do nosso *data center* e definimos como os armários estão distribuídos e organizamos a visualização dos mesmos.

O próximo menu é “Gerenciamento de energia” no qual configuramos e gerenciamos as fontes de energia do *Data Center* como painéis, combustível e geradores. Essas informações podem ser usadas quando estamos criando armários e equipamentos de telecomunicação.

Por fim, temos o menu “Caminho de Conexões”, nele temos como criar caminhos de conexões de equipamento e sala de telecomunicações, além de poder realizar a visualização de caminhos de conexões criados anteriormente. Esta ferramenta de visualização é útil para gerar um diagrama de conexões sem precisar navegar entre armários e equipamentos.

A configuração do OpenDCIM seguiu uma abordagem sistemática, alinhada com as práticas de gerenciamento de ativos descritas por Behr, Kim e Spafford (2009), que enfatiza a importância de uma visão centralizada e padronizada dos recursos de TI. Esta abordagem de configuração sistemática está alinhada com as práticas de gerenciamento de infraestrutura de *data center* descritas por Travassos (2021), que enfatiza a importância da integração de diversas áreas como energia, refrigeração, segurança, rede e ativos para uma gestão eficiente.

4.4 Alimentando informações dos *data centers*

Após as configurações quanto a identidade da instituição e criação de padrões de cabeamento e cores, precisamos alimentar o OpenDCIM com as informações que encontramos no nosso *Data Center*, como quantidade e características de armários e equipamentos, distribuição dos armários e posição do equipamentos nos armários de telecomunicação, além do mapeamento da conexões.

A etapa de alimentação do OpenDCIM com informações dos *data centers* da Assembleia Legislativa do Estado do Amapá representa a aplicação prática dos conceitos de gerenciamento de ativos discutidos por O'Donnell e Casanova (2009) e Gallacher e Morris (2012). Conforme destacado pelos autores, um sistema centralizado de gerenciamento de configuração é essencial para manter informações atualizadas sobre recursos de TI.

Para isso é necessário que seja realizado um levantamento prévio de todas essas informações e um inventário dos ativos, para que se possa ter facilidade de documentar e mapear o *Data Center* com o OpenDCIM. Esta etapa costuma ser mais custosa, dependendo do nível de documentação da infraestrutura e do porte da instituição. Mas precisa ser feita,

caso contrário, a alimentação da aplicação pode não ser fiel ao seu ambiente. A Tabela 1 mostra um resumo sintetizado do inventário de ativos dado pela ferramenta após o cadastramento no sistema.

Tabela 1: Resumo do inventário documentado no OpenDCIM

Categoria do Equipamento	Quantidade	Status
Armário de Telecomunicações	14	Documentados
Switches de Rede	32	Documentados
Servidores de Rede	10	Documentados
Nobreak 20kva+	4	Documentados
PDU's (Power Distribution Units)	6	Documentados
Cabos (Patch Cords)	3000+	Amostralmente Documentados
Patch Panels	44	Documentados
Equipamentos Diversos	50+	Documentados

Fonte: Extraído pelo autor de relatório do OpenDCIM (2025)

Na Assembleia Legislativa do Amapá - ALAP, esse inventário e mapeamento durou aproximadamente um pouco mais de mês, haja vista a infraestrutura de redes não estar bem documentada, a escassez de projetos de redes e plantas baixas com a indicação dos pontos de redes, e seu tamanho. Além disso, muitos equipamentos não estavam disponíveis no repositório do OpenDCIM e tiveram de ser criados manualmente na aplicação.

Outro ponto que dificultou o mapeamento das conexões foram causados pela falta de identificação dos pontos no “patch panel” e a inconsistência da identificação das tomadas de telecomunicação encontradas, sendo necessário utilizar localizador tipo zumbidor para realizar a localização e identificação dos pontos.

Concluído a etapa de inventário de ativos e mapeamento das conexões, passamos para a criação dos modelos de equipamentos no OpenDCIM e carregamento de plantas baixas e imagens que seriam utilizados para configuração do ambiente. Com os itens adicionados na aplicação, passamos a criar do objeto *container*, o qual irá representar a localização dos *data*

centers no mapa da cidade de Macapá (parte da cidade).

No OpenDCIM podemos realizar a organização lógica da nossa infraestrutura e *data centers* por meio de *Containers*, *data centers*, Zonas, Armários (*Racks*) e Filas de Armários, conforme Figura4. Em *Containers* podemos organizar como os *data centers* são distribuídos em um mapa geográfico ou planta de um prédio (imagens devem ser carregadas). Enquanto em *Data center* temos o nosso *data center* onde alocamos nossos armário de telecomunicações e em *armários* criamos o *armário de telecomunicações* que irá comportar os equipamentos. Outras opções de organização que podemos usar são Zonas, que são sub visualizações de áreas pré definidas em um *data center*, e Filas de armários, onde podemos agrupar os armários de telecomunicações de um *data center*, para uma gerência mais específica.

Para criar um contêiner, devemos ir no menu Gerenciamento de Infraestrutura e depois clicar na opção Editar *Containers*, como observado na Figura 4. Em seguida, selecionamos Novo *Container*, definimos o nome, uma imagem para o container em Desenho na URL (opcional), apontamos um contêiner principal, definimos o ponto de localização do contêiner na imagem definida e clicamos no botão Criar.

Figura 4 - Menu Gerenciamento de Infraestrutura



Fonte: OpenDCIM 21.01 (2024)

Em seguida vamos criar e organizar os nossos *data centers*, nesse caso, criamos quatro unidades para representar os *data centers* da ALAP, sendo o da Sede Nelson Salomão e do anexo Jarbas Gato (prédio novo) no bairro central, do anexo da TV Assembleia no bairro Laguinho e do anexo da Garagem/Almoxarifado no bairro Santa Rita.

Inicialmente, criamos três contêineres, ALAP, PRÉDIO SEDE e ANEXO JARBAS GATO, onde colocaremos nossos *data centers*. Para melhor entendimento, realizamos o upload de imagens do mapa da cidade de Macapá e plantas baixas dos prédios da Assembleia Legislativa do Amapá, e indicamos o ponto aproximado da localização dos contêineres, *data centers* e *armários de telecomunicações* nesses mapas e plantas baixas. Observe na Figura 5 como ficaram distribuídos os *data centers* no mapa.

Figura 5 - Tela de distribuição de *data centers*



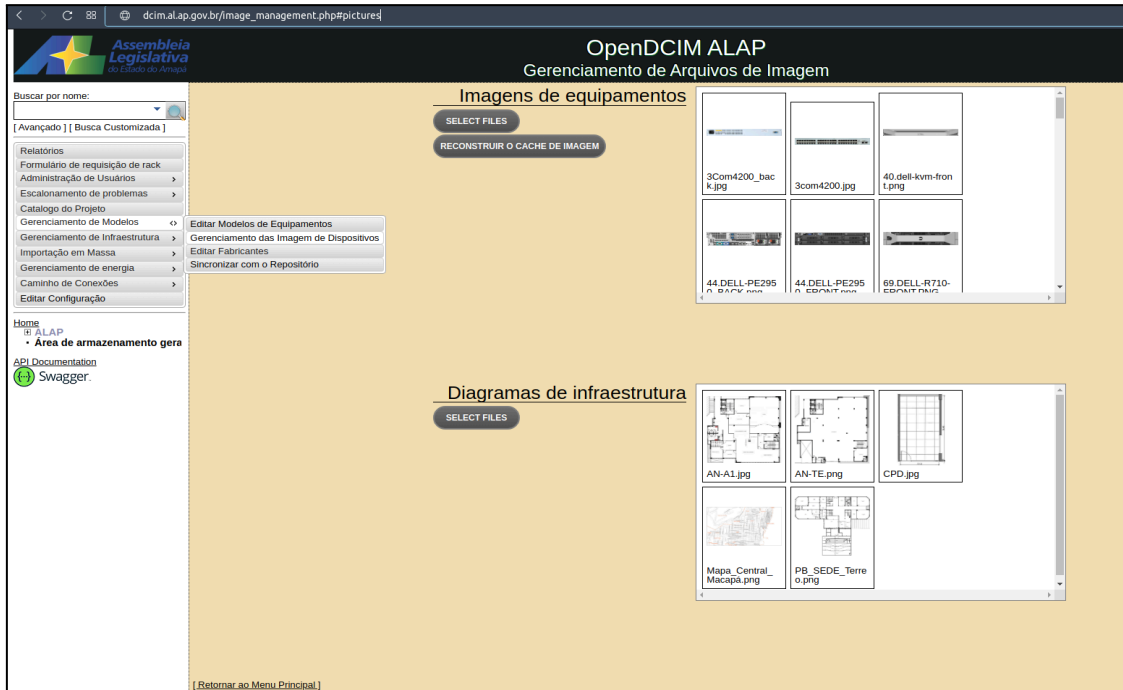
Fonte: OpenDCIM (2024)

Para carregar uma imagem do seu mapa, planta baixa ou equipamento, devemos clicar no menu *Gerenciamento de Modelos* e em seguida na opção *Gerenciamento das Imagem de Dispositivos*, conforme visto na Figura 6. Na área de visualização podemos clicar no botão *SELECT FILES* para escolher e carregar imagens de equipamentos e diagramas de infraestrutura.

A próxima etapa é criar nossos *data centers*, para isso, vamos no menu *Gerenciamento de Infraestrutura* e depois na opção *Editar data centers*. Teremos que preencher os campos com as informações de cada *data center*, informando o nome, metros quadrados de área, localização, administrador, desenho na URL, máximo projetado (kW),

contêiner que faz parte e coordenadas de localização em uma planta ou mapa, ao fim, devemos clicar no botão *Criar* para salvar as informações e criar o *data center*.

Figura 6 - Menu Gerenciamento de Modelos



Fonte: OpenDCIM 21.01 (2024)

Dentro dos *data centers* distribuímos os armários de telecomunicações (*Racks*) e nestes armários alocamos os equipamentos, patch panel, régua de energia e outros acessórios do *rack*. Após termos adicionado todos os elementos, passamos a alimentar as informações do mapeamento levantado das conexões entre os equipamentos e com o patch panel, buscando ser fiel ao ambiente e adicionando descrição e dicas para melhor compreensão da infraestrutura.

Para adicionar um armário de telecomunicações em um *data center*, precisamos clicar no menu *Gerenciamento de Infraestrutura* e depois no submenu *Editar Armário*. Agora basta preencher os dados do novo armário, informando o *data center* que ele pertence, localização, designação de uso, zona, fileira, altura (em U's), modelo, informações sobre a guarda da chave, posição do U1, energia, peso máximo, data de instalação, tags e notas, pode ainda, definir sua coordenada em um mapa ou planta baixa pré definida.

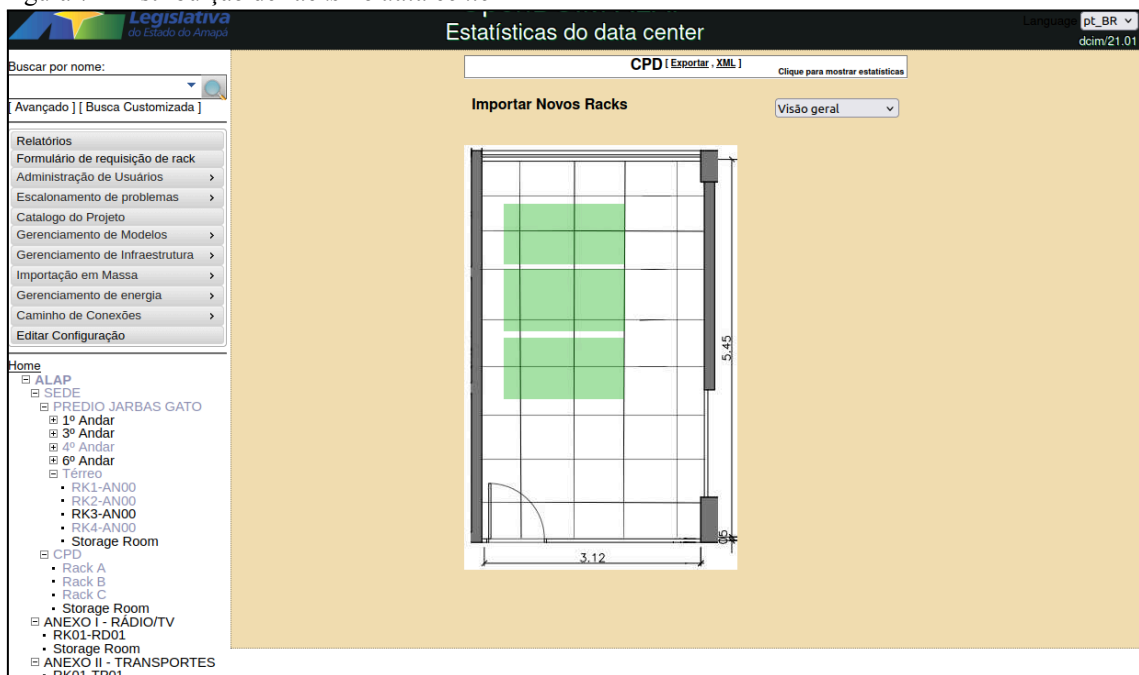
Na infraestrutura da Assembleia Legislativa do Amapá, temos no *data center* da sede 3 (três) armários de piso 19" de 42U de altura, distribuídos de acordo com a Figura 7. No prédio anexo Jarbas Gato temos 4 (quatro) armários de piso 19" de 40U no *data center* e 4 armários de parede de 12U distribuídos nos andares 1, 3, 4, e 6. No Anexo Transportes temos

2 (dois) armários 19”, um de piso de 24U e outro de parede de 12U. E por fim, no Anexo Rádio/TV temos 1 (um) armário de parede de 12U.

Adicionado os armários de telecomunicações, iremos adicionar os *patch panel*, *switches*, roteadores, servidores de redes, *classi de blades* e outros acessórios de armário de telecomunicações. para isso, navegamos pela área *Home*, expandimos a árvore (+) e clicamos no armário que desejamos editar e adicionar os ativos e passivos de redes.

Estando na tela de configuração do armário, observa-se que é apresentado as informações de ocupação, energia, sensores, edição e posições livres e ocupadas do armário com visão frontal e traseira. Para adicionar um objeto, devemos clicar na opção *Adicionar Equipamento*, preencher os dados do objeto, como tipo, posição, altura, quantidade de portas, peso, conexões de energia, configurações SNMP, endereço IP/Host, número de série, data de instalação, fabricante, responsável e outras informações, inclusive podem ser adicionadas outros campos de informação caso seja necessário.

Figura 7 - Distribuição de racks no data center



Fonte: OpenDCIM 21.01 (2024)

É bom frisar, que caso o equipamento que se queira adicionar não esteja disponível na classe de equipamento (modelos de equipamentos), pode-se criar o objeto, como visto na seção 4.3, e posteriormente usá-lo para adicionar no armário de telecomunicações desejado.

Terminado o preenchimento, basta clicar no botão *Criar* que fica localizado na parte

inferior, logo abaixo do campo de notas. Salvo a modificação, se o modelo tiver imagem disponível, será apresentado no U (posição no armário) definido e o U passa a ficar indisponível para uso por outro equipamento. A Figura 8 mostra o armário nomeado como *Rack A*, localizado no *data center* da Sede Nelson Salmão com sua ocupação pelos equipamentos de redes e servidores.

Figura 8 - Edição de Armário de Telecomunicações

Inventário Racks do Datacenter

Images | Labels | Position

Rack A		Rack A (Traseira)	
Pos	Device	Pos	Device
42		42	
41		41	
40		40	
39		39	
38		38	
37		37	
36	SERVER-01	36	SERVER-02 (Traseira)
35		35	
34		34	
33	SERVER-02	33	SERVER-02 (Traseira)
32		32	
31		31	
30		30	
29	PROXMOX 71	29	PROXMOX 71 (Traseira)
28		28	
27		27	
26	KVM-01	26	
25	PROXMOX 70	25	PROXMOX 70 (Traseira)
24		24	
23		23	
22	SWDIST-01	22	
21		21	SWKVM-01
20	OGC	20	
19		19	
18	SWDIST-02	18	
17	SONICWAL-01	17	
16		16	
15	OGC	15	
14		14	
13	SONICWAL-02	13	
12		12	
11		11	VRTX (Traseira)
10		10	
9		9	
8		8	
7	BLADE01	7	
6	BLADE02	6	

Chave de Marcação

- DIVRIS
 - Proprietário não definido

Informação sobre a Tranca ou Chave

Sem portas

Distribuidor de energia

CDU PDU01-SD00003
(0,00 kW) / (0,00 kW Max)
0%

CDU REGUA01-SD00003
(0,00 kW) / (0,00 kW Max)
0%

Adicionar CDU

Medidas do Armário

Espaço 42%

Peso [2000] 10%

Watts computados 4,82 kW / 2000 kW

Watts Medidos 0,00 kW / 2000 kW

Centro de gravidade aproximado: 24U

Sensores de Ambiente

Adicionar Sensor

Última auditoria: Nunca

Modelo: Dell 42U

Data center: CPD

Data de Instalação: 2019-03-01

Tags: [Report](#)

Certificar auditoria

Adicionar Equipamento

Relatório de auditoria

Coordenadas do Mapa

Editar armário

Remover armário

Notas de Rack

Patrimônio 001980

Fonte: OpenDCIM 21.01 (2024)

Com os equipamentos e passivos de redes adicionados nos armários, podemos iniciar a alimentação das informações quanto às conexões de cabeamento entre equipamentos e dos *patch panel* com os equipamentos, no caso, com os switches. Esta etapa é o principal objetivo do uso do *software* OpenDCIM, pois teremos o mapeamento detalhado das conexões apuradas na etapa de inventário dessas conexões, ficando disponível para consulta da equipe de operação e gerência da rede e infraestrutura.

Para acessar um equipamento, basta clicar na imagem dele no armário de telecomunicações, onde será mostrado a área de configuração/modificação do equipamento, no qual passa a apresentar, após as notas, os campos em forma de tabelas para informar o

registro de operação, conexões de energia e as conexões. Na tabela de conexões, clicamos no ID da porta do objeto e preenchemos a conexão com o equipamento e a porta, podemos ainda informar as notas da conexão, tipo de mídia utilizada e código de cor da mídia. Concluído o preenchimento dos campos, clicamos em *Save* para salvar a conexão ou em *Cancel* para cancelar a ação ou em *Delete* para excluir a conexão da porta em edição. A Figura 9 traz as conexões do *switch* de distribuição (SW-DIST-01) localizado no *Rack A*.

Figura 9 - Conexões *switch* SW-DIST-01 do *Rack A*

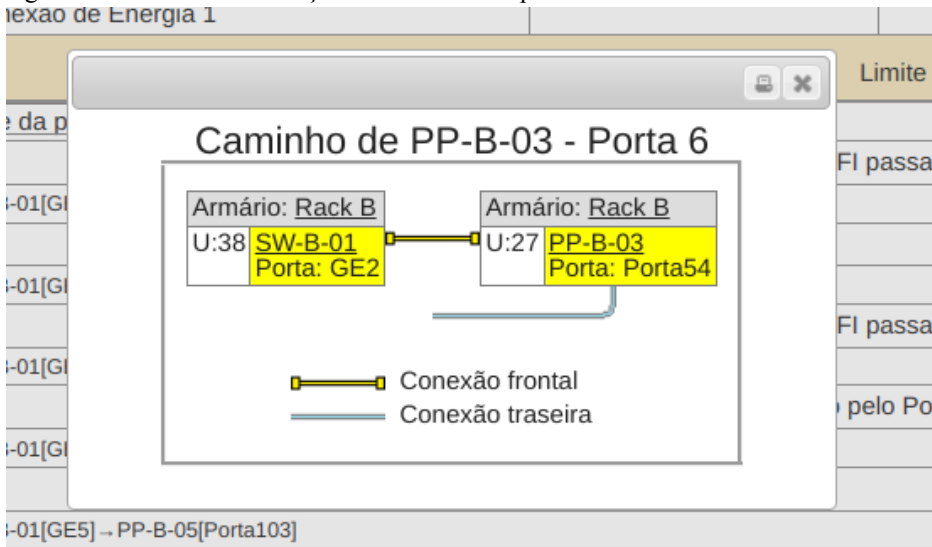
Conexões	#	Nome da porta	Equipamento	Porta do Equipamento	Notas	Estado	Tipo de Mídia	Código de cores	
	1	GE1	VRTX	GE1	AZ	✖	UTP Cat 6	Azul	
	2	GE2	VRTX	GE11	AZ	✖	UTP Cat 6	Azul	
	3	GE3	VRTX	GE9	AZ	✖	UTP Cat 6	Azul	
	4	GE4	VRTX	MINGT2	AZ	✖	UTP Cat 6	Azul	
	5	GE5	SONICWALL-01	X6	10.30	✖	UTP Cat 6	Azul	
	6	GE6	SONICWALL-01	X8	10.15	✖	UTP Cat 6	Cinza	
	7	GE7	SONICWALL-01	X10	10.60	✖	UTP Cat 6	Vermelho	
	8	GE8	SONICWALL-01	X7	10.12	✖	UTP Cat 6	Cinza	
	9	GE9				✖			
	10	GE10	SONICWALL-01	X9	CZ	✖	UTP Cat 6	Cinza	
	11	GE11			UpLink	✖	UTP Cat 6	Azul	
	12	GE12				✖	UTP Cat 6	Azul	
	13	GE13				✖			
	14	GE14	SONICWALL-01	X11	10.13	✖	UTP Cat 6	Azul	
	15	GE15				✖			
	16	GE16	SONICWALL-01	X2	DMZ 307	✖	UTP Cat 6	Azul	
	17	GE17				✖			
	18	GE18				✖			Save Cancel Delete
	19	GE19			Enlace de rádio etiqueta verde	✖	UTP Cat 6	Azul	
	20	GE20			Enlace de rádio etiqueta branca	✖	UTP Cat 6	Azul	
	21	GE21			Rádio wi-fi CPD	✖	UTP Cat 5e	Cinza	
	22	GE22			Enlace de rádio etiqueta 2x vermelho	✖	UTP Cat 6	Azul	
	23	GE23			cabo de teste para o anexo - Maduro	✖	UTP Cat 6	Azul	
	24	GE24			Enlace de rádio etiqueta azul	✖	UTP Cat 6	Azul	
	25	GE25			Cascadeamento - Futuro trunk	✖	UTP Cat 6	Azul	
	26	GE26			Enlace de rádio etiqueta vermelho	✖	UTP Cat 6	Azul	
	27	GE27			Enlace de rádio etiqueta vermelho	✖	UTP Cat 6	Azul	
	28	GE28	PROXMOX 70	GE 1	Trunk	✖	UTP Cat 6	Amarelo	
	29	GE29	SERVER-01	Net2	CZ	✖	UTP Cat 6	Cinza	
	30	GE30	SW-C-02	GE48	Up-Link Trunk	✖	UTP Cat 6	Azul	
	31	GE31	SW-B-03	GE48	Trunk	✖	UTP Cat 6	Azul	
	32	GE32	SW-C-01	GE48	Trunk	✖	UTP Cat 6	Cinza	
	33	GE33	SW-B-02	GE48	Trunk	✖	UTP Cat 6	Azul	
	34	GE34			Trunk	✖	UTP Cat 6	Azul	
	35	GE35			Trunk	✖			
	36	GE36	SONICWALL-01	X5	Trunk	✖			
	37	GE37	SONICWALL-01	X3	Link Fortel FW	✖	UTP Cat 6	Verde	
	38	GE38	RT-FORTEI	ETH3	LINK FORTEL	✖	UTP Cat 6	Cinza	

Fonte: Programa OpenDCIM 21.01 (2024)

Após estar alimentado com as informações das conexões entre ativos e passivos de redes, basta clicar na porta de destino para uma visualização detalhada daquela conexão, descrevendo suas ligações frontais e traseiras, caso tenha. A Figura 10 nos mostra esta visualização.

Quando disponível no equipamento, podemos configurar um consulta SNMP para buscar informações automáticas de nome das portas e estado de atividade em ativos, como comutadores de rede, por exemplo. Este recurso pode ser configurado em campo específico no cadastramento do equipamento ou a qualquer momento após ser incluído no armário de telecomunicações.

Figura 10 - Tela de visualização de conexões da porta



Fonte: OpenDCIM (2024)

4.5 Resultados

A customização da aplicação incluiu a inserção do logotipo institucional, definição de padrões de cabeamento e cores alinhadas à identidade visual da ALAP. A coleta de informações se deu através de formulários estruturados em planilha eletrônica e inspeção física, onde o processo de alimentação da base de dados enfrentou desafios significativos, como a falta de documentação pré-existente, ausência de identificação física nos pontos de rede e escassez de plantas arquitetônicas atualizadas, situação comum em muitas instituições públicas.

A implementação também demandou um período dedicado à pesquisa e ao treinamento dos envolvidos, com apoio de vídeo aulas e tutoriais, a fim de garantir o uso adequado da ferramenta. Além disso, o fato de se tratar da primeira alimentação do sistema exigiu maior rigor na coleta e validação das informações.

A inserção dos dados ocorreu em ambiente de rede em operação, com modificações constantes decorrentes do atendimento de chamados durante o expediente, tornou-se necessário um processo contínuo de atualização para assegurar a fidelidade e a confiabilidade dos dados registrados.

Com a etapa de implementação do *software* OpenDCIM concluída, podemos observar o quanto esta ferramenta é essencial no dia a dia de trabalho do administrador de redes e infraestrutura, ainda mais por ficar disponível na rede local e/ou na internet, pois o uso de ferramentas de acesso remoto facilitam o trabalho da equipe de tecnologia da informação.

Como o acesso é via WEB, os membros da equipe que necessitem consultar ou registrar uma alteração, pode fazê-lo a partir de qualquer local, por meio de um computador, celular, tablet ou outro dispositivos com acesso a rede onde está hospedado o OpenDCIM com o uso de um navegador.

O uso do programa se mostrou eficaz no planejamento e expansão da rede da instituição, dado que, com o inventário dos equipamentos que tinham em sua infraestrutura, observaram a necessidade da renovação de seu parque de comutadores e servidores de redes, uma vez que o OpenDCIM lhes permite ter uma gerência melhor dos equipamentos, como fabricantes, modelos, garantias, versão da BIOS, entre outras informações.

Como a equipe da Divisão de Redes, Infraestrutura e Segurança da Assembleia Legislativa do Amapá passou a ter um desenho da rede operacional, além de mapas e localização dos seus dispositivos de redes, o OpenDCIM facilitou a implantação de outro programa, o Zabbix. Com as informações de endereçamento IP, equipamentos e distribuição, alimentar esta ferramenta de monitoramento da rede tornou-se mais rápida e fiel ao ambiente da ALAP.

Outro resultado que se observou, foi a melhora no atendimento de chamados de suporte de redes solicitados pelos usuários da Assembleia Legislativa, dado que a localização dos pontos de tomadas de telecomunicação, sua conexão nos *patch panel* e nos *switches* estavam disponíveis de forma ágil, sendo possível realizar uma análise do estado, VLAN e configurações daquele referido ponto de rede. Tarefa que antes da implementação, custava muito tempo e pessoal, pois era necessário usar um localizador zumbidor da tomada para o *data center*, depois localizar onde estava ligado no switch. Com o OpenDCIM, um só membro da equipe pode realizar o atendimento de forma rápida e eficaz.

Para a organização foi observado que a centralização das informações dos *data centers* e suas conexões trouxe melhoria na comunicação entre equipes e compartilhamento de conhecimento, além da implementação de novos procedimentos de trabalho. No campo operacional, tivemos a redução de tempo para localizar equipamentos, melhorando na resolução mais eficiente de incidentes e um melhor planejamento de manutenção preventiva.

A Tabela 2 traz uma síntese comparativa da situação anterior e após a implantação do *software* OpenDCIM como ferramenta de gerenciamento dos *data centers* da Assembleia Legislativa do Estado do Amapá. É possível visualizar de maneira mais objetiva o quanto se teve de progresso na gestão da infraestrutura de Tecnologia da Informação da instituição.

Tabela 2 - Situação Anterior vs. Posterior à Implementação do OpenDCIM na ALAP

Dimensão	Antes da Implementação	Após Implementação
Controle de Ativos	Registro manual em planilhas; falta de padronização; dificuldade de localizar equipamentos	Banco de dados centralizado; todos os ativos identificados e codificados; localização imediata via interface web
Documentação de Infraestrutura	Documentação incompleta e desatualizada; múltiplos formatos; difícil manutenção	Documentação completa, normalizada e atualizada em tempo real; único ponto de verificação (CMDB)
Visibilidade de conexões	Conexões físicas e lógicas não documentadas; risco de desconexões acidentais	Mapa visual de todas as conexões; identificação clara de relacionamento entre equipamentos
Monitoramento de energia	Sem registro de consumo; impossível identificar desperdícios; planejamento limitado	Monitoramento em tempo real de Nobreak e equipamentos por SNMP; análise de padrões; planejamento baseado em dados
Tempo de Resposta a Incidentes	Investigação manual demorada; várias fontes de informação; impacto prolongado; necessidade de mais de um técnico	Resolução rápida via consultas ao sistema; informações integradas; redução de downtime; necessidade de um técnico
Organização de Armários	Distribuição desordenada; espaço mal aproveitado; difícil expansão	Visualização gráfica de armários e equipamentos; otimização de espaço; planejamento de expansão facilitado
Rastreabilidade de Mudanças	Sem histórico; difícil identificar quem/quando mudou algo	Histórico completo de mudanças; auditoria de configurações; conformidade com governança

Fonte: Do autor (2026)

Houve melhora também na segurança do *data center*, visto que se passou a ter documentação de todos os equipamentos, suas conexões e configurações, isso vem a contribuir no menor fluxo de entradas no *data center* e controle de alterações nos equipamentos. Este controle é recomendado na norma NBR ISO/IEC 27002, a qual faz

recomendações para o controle e preparo da equipe buscando uma resposta rápida em caso de incidentes.

Por fim, a implementação do *software* OpenDCIM trouxe uma nova maneira de gerenciar os ativos, conexões, configurações e outras informações do *data center*, permitindo um trabalho mais eficiente pela equipe de tecnologia da informação da instituição. Estas melhorias advindas do uso do programa de gerenciamento de *data center* transformou a forma de atividade da equipe, trazendo uma abordagem profissional ao gerenciamento dos *data centers* da ALAP.

5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E TRABALHOS FUTUROS

Esta seção detalha as barreiras encontradas no decorrer do processo de implantação do *software* OpenDCIM, contextualizando os desafios enfrentados pela equipa de TI da Assembleia Legislativa do Estado do Amapá (ALAP), e propõe trabalhos futuros focados na automação via APIs, integração com ferramentas de observabilidade como o Zabbix e a busca pela conformidade plena com as normas ABNT NBR 14565 e ISO/IEC 27002.

5.1 Limitações do estudo

A implementação do OpenDCIM na ALAP, embora tenha alcançado seus objetivos primários, evidenciou uma série de limitações inerentes tanto ao escopo do trabalho quanto às características intrínsecas da ferramenta e do ambiente institucional estudado. A compreensão dessas limitações é fundamental para contextualizar os resultados obtidos e estabelecer expectativas realistas quanto ao uso contínuo do sistema.

5.1.1 Limitações relacionadas à documentação pré-existente

A principal limitação enfrentada durante a implementação refere-se à ausência de documentação estruturada da infraestrutura de TI na ALAP. Conforme destacado por Magalhães e Pinheiro (2007), a documentação é alicerce para qualquer operação bem-sucedida de gerenciamento de ativos. No contexto da Assembleia Legislativa, constatou-se a inexistência de projetos atualizados de rede, plantas arquitetônicas com indicação de pontos de telecomunicação, esquemas de cabeamento estruturado e registros sistematizados dos equipamentos existentes. Esta lacuna documental tornou o processo de levantamento de informações significativamente mais demorado, exigindo investigação física in loco, inspeção minuciosa de cada ponto de tomada e validação manual de conexões.

A falta de identificação adequada das portas dos patch panels e tomadas de telecomunicações representou outro desafio prático. Segundo as normas ABNT NBR 14565 (2012) e NBR 14565-2 (2013), toda infraestrutura de cabeamento estruturado deve possuir identificação clara e padronizada. Contudo, na ALAP, muitos pontos careciam de etiquetas legíveis ou apresentavam identificações inconsistentes, o que demandou o uso de ferramentas localizadoras de tomadas (zumbidores) para correlacionar fisicamente as extremidades de cada cabo, aumentando significativamente o tempo despendido nesta fase do projeto.

5.1.2 Limitações relacionadas aos dados históricos e rastreabilidade

O OpenDCIM, embora ofereça funcionalidades robustas de gerenciamento atual, apresenta limitações quanto à capacidade de registrar dados históricos anteriores à sua implementação. Isto significa que informações sobre mudanças, alterações de configuração, desativações de equipamentos e eventos anteriores ao sistema não puderam ser incorporadas à base de dados. Esta limitação afeta diretamente a capacidade de auditoria retrospectiva e análise de tendências históricas de utilização de recursos, conforme recomendado por Fernandes e Abreu (2014) no que tange aos requisitos de conformidade e governança.

Além disso, a ausência de um histórico consolidado de depreciação de ativos dificulta o planejamento de investimentos em renovação de equipamentos. O OpenDCIM registra o estado atual dos ativos, mas não pode reconstituir cenários passados, limitando análises após sua implantação, que seriam valiosas para decisões orçamentárias futuras.

5.1.3 Limitações operacionais e de funcionalidade

Durante a implementação prática, identificou-se que o OpenDCIM requer criação manual de modelos de equipamentos que não estão disponíveis no repositório oficial do projeto. A ALAP, como instituição pública que utiliza equipamentos diversos adquiridos ao longo de vários anos, apresentava equipamentos com modelos não catalogados na biblioteca padrão da ferramenta. Esta limitação exigiu a criação individual de cada modelo, processo que, embora possível, consumiu tempo adicional e dependeu do conhecimento técnico do administrador sobre as especificações físicas e eletrônicas de cada equipamento (quantidade de portas, dimensões em unidades de *rack*, consumo de energia, etc.).

Outra limitação técnica refere-se à capacidade de integração automática com sistemas de inventário pré-existentes. O OpenDCIM não possui, nativamente, conectores automáticos para sincronizar dados provenientes de ferramentas CMDB já em uso em outras instituições ou de sistemas de gestão de patrimônio. A alimentação inicial do banco de dados depende integralmente de processos manuais, o que representou um gargalo significativo durante a fase de implantação.

5.1.4 Limitações em monitoramento ambiental e sensores

O *software* OpenDCIM, por si só, não coleta dados de monitoramento ambiental (temperatura, umidade, consumo de energia) de forma autônoma. Segundo Tanenbaum e Van Steen (2018), o monitoramento ambiental é crítico para a saúde operacional de um *data center*. Para que o OpenDCIM possa exibir dados de sensores e PDUs (Power Distribution Units), é necessária a existência prévia de equipamentos específicos dotados de capacidade SNMP configurada.

Embora o OpenDCIM possua módulos robustos para a gestão de parâmetros ambientais, a principal limitação identificada na ALAP foi a ausência de sensores físicos de monitoramento integrados à infraestrutura de TI. Diferente do monitoramento de ativos de rede, que pode ser feito logicamente via protocolos como o SNMP, o acompanhamento de variáveis críticas como temperatura, umidade e presença de líquidos depende da instalação de dispositivos de *hardware* específicos em pontos estratégicos dos *racks*.

A falta desses componentes impediu que a equipe de TI utilizasse plenamente as funcionalidades de alerta em tempo real do *software*. De acordo com a fundamentação teórica apresentada, o monitoramento ambiental rigoroso é essencial para prevenir falhas em cascata no *hardware* devido ao calor excessivo ou umidade inadequada, situações comuns em ambientes de alta densidade energética como o da Assembleia.

Portanto, sem a presença de sensores físicos capazes de se comunicar com o OpenDCIM via rede, o monitoramento ambiental na instituição permaneceu dependente de inspeções visuais ou de sistemas isolados nos aparelhos de climatização, não permitindo a centralização e automação desses dados críticos na plataforma DCIM durante este estudo.

5.1.5 Limitações de escalabilidade e performance

Ainda que o OpenDCIM tenha demonstrado ser escalável, a performance pode ser impactada por volumes muito elevados de dados. Para instituições com centenas ou milhares de equipamentos distribuídos em múltiplos *data centers* geograficamente dispersos, a gerência centralizada através de uma única instância do OpenDCIM pode apresentar gargalos de performance. Beloglazov et al. (2012) alertam que soluções de gerenciamento precisam ser capazes de lidar com crescimento exponencial de recursos, e arquiteturas monolíticas podem ser inadequadas para cenários de escala muito elevada.

5.1.6 Limitações quanto à curva de aprendizado e capacitação

A adoção bem-sucedida do OpenDCIM requer que a equipe técnica possua não apenas conhecimento em redes e infraestrutura, mas também familiaridade com os conceitos e funcionalidades específicas da ferramenta. A documentação disponível, embora adequada, está predominantemente em inglês, o que pode representar uma barreira para profissionais com menor fluência no idioma. Durante a implementação na ALAP, foi necessário um tempo considerável em treinamento, visualização de vídeo-tutoriais e experimentação prática para que a equipe atingisse proficiência suficiente no uso da ferramenta.

5.1.7 Limitações relacionadas a mudanças contínuas da infraestrutura

A infraestrutura de TI da ALAP, como qualquer organização operacional, sofre mudanças constantes decorrentes de manutenções, substituições de equipamentos, atualizações de configuração e resolução de chamados técnicos. Esta dinâmica representa um desafio permanente para a manutenção da fidedignidade dos dados no OpenDCIM. Gallacher e Morris (2012) destacam que sistemas de gerenciamento devem ser continuamente atualizados para refletir o estado real do ambiente. Na prática, isso significou que o OpenDCIM exigia atualizações frequentes por parte da equipe responsável, criando uma carga operacional contínua que, se negligenciada, poderia resultar em desatualização do sistema.

5.2 Trabalhos futuros

As limitações identificadas e os resultados obtidos com a implementação do OpenDCIM na ALAP abrem um amplo espectro de oportunidades para trabalhos futuros que aprofundem, expandam e otimizem a gestão de infraestrutura de TI. As recomendações apresentadas a seguir baseiam-se tanto em desafios práticos observados quanto em tendências emergentes no campo do gerenciamento de *data centers*.

5.2.1 Integração com ferramentas de monitoramento e observabilidade

Um dos trabalhos futuros mais relevantes consiste na integração profunda do

OpenDCIM com ferramentas de monitoramento em tempo real, como o Zabbix, Grafana ou Prometheus. Como mencionado em Chung et al. (2018), a combinação de gerenciamento de infraestrutura com monitoramento de desempenho permite uma visão holística do *data center*. O OpenDCIM já serviu de base de informações para o Zabbix durante o projeto, mas a integração poderia ser estendida para criar painéis unificados que consolidam dados de inventário, topologia, estado de sensores e métricas de performance em um único ponto de visualização.

Adicionalmente, recomenda-se a exploração de ferramentas como Grafana para criação de dashboards avançados que permitam visualizações customizadas e alertas proativos baseados em padrões de comportamento histórico. Segundo Gizli e Gómez (2018), a análise preditiva de dados históricos pode antecipar falhas e otimizar a alocação de recursos.

5.2.2 Automação de inventários através de APIs e *scripts*

Trabalho futuro significativo envolve o desenvolvimento de *scripts* e ferramentas de automação que permitam a sincronização automática de dados entre o OpenDCIM e outras fontes de verdade na organização. Kliazovich, Bouvry e Khan (2013) enfatizam a importância da automação na redução de erros manuais e melhoria da eficiência operacional. O OpenDCIM fornece APIs RESTful que podem ser exploradas para:

- Importar automaticamente dados de inventário de sistemas de patrimônio corporativo;
- Sincronizar periodicamente informações de equipamentos de repositórios externos;
- Exportar dados em formatos padronizados (JSON, XML, CSV) para alimentação de outras ferramentas;
- Validar automaticamente consistências entre o OpenDCIM e o estado físico da infraestrutura mediante consultas periódicas via SNMP.

A implementação de *scripts* de automação em Ansible (linguagem de preferência da instituição, conforme observado durante o projeto) poderia reduzir significativamente a carga operacional de manutenção do sistema.

5.2.3 Implementação de conformidade e compliance automatizado

Trabalho futuro importante envolve o desenvolvimento de módulos ou *scripts* que validem automaticamente a conformidade da infraestrutura documentada no OpenDCIM com normas técnicas nacionais e internacionais. Fernandes e Abreu (2014) e a ABNT NBR ISO/IEC 27002:2022 destacam a necessidade de controles contínuos e documentação de conformidade. Seria vantajoso criar:

- Relatórios automatizados de conformidade com NBR 14565 (cabramento estruturado), NBR ISO/IEC 27002 (segurança da informação) e outras normas aplicáveis;
- Alertas quando desvios de padrões são detectados (equipamentos não etiquetados, conexões não documentadas, etc.);
- Evidência automatizada de rastreabilidade para fins de auditoria interna e externa.

5.2.4 Desenvolvimento de modelos preditivos e análise de capacidade avançada

Conforme Chung et al. (2018) e Kliazovich, Bouvry e Khan (2013), técnicas de machine learning podem aprimorar o planejamento de capacidade. Trabalho futuro recomendado inclui:

- Integração de modelos de redes neurais artificiais para prever crescimento de demanda de espaço, energia e conectividade;
- Análise de padrões sazonais de consumo de recursos para otimizar provisão e alocação;
- Simulações de cenários de crescimento e redundância para apoiar decisões estratégicas de investimento em infraestrutura;
- Recomendações automáticas de rebalanceamento de cargas entre *racks* e *data centers*.

5.2.5 Capacitação contínua e documentação em português

Recomenda-se fortemente o investimento em documentação em português e programas de capacitação contínua da equipe técnica da ALAP. Trabalho futuro incluiria:

- Elaboração de manuais e guias de procedimento específicos para o contexto da ALAP;
- Criação de vídeo-tutoriais em português cobrindo operações frequentes;
- Programas de certificação interna para garantir proficiência e transferência de conhecimento;
- Participação em comunidades de *software* livre para contribuir com melhorias e documentação ao projeto OpenDCIM.

5.2.6 Pesquisa comparativa com outras ferramentas DCIM

Trabalho acadêmico futuro relevante seria a realização de estudo comparativo aprofundado entre o OpenDCIM e outras soluções de código aberto (como RackTables, NetBox, i-doit) e proprietárias, avaliando custo total de propriedade, funcionalidades, escalabilidade e adequação a diferentes perfis institucionais. Travassos (2021) aponta a importância de avaliações críticas de alternativas tecnológicas.

Esta pesquisa se faz necessária para analisar novas ferramentas no mercado tecnológico que integrem outras funcionalidades como o serviço de gerenciamento de endereçamento IP (IPAM), por exemplo. Uma opção promissora é o *software* NetBox, que integra alguns serviços de DCIM, IPAM e dashboard.

5.2.7 Pesquisa longitudinal e validação de impacto

Por fim, recomenda-se que trabalhos futuros realizem estudos longitudinais acompanhando a utilização do OpenDCIM na ALAP por período estendido (2-3 anos), validando empiricamente os impactos mensurados neste trabalho, identificando novos desafios emergentes e quantificando economias financeiras e operacionais geradas pela ferramenta. Esta abordagem de pesquisa longitudinal, sugerida por Geerling (2020) em contexto de automação de infraestrutura, forneceria evidência mais robusta sobre retorno de investimento e adequação da solução.

6 CONCLUSÃO

A implementação do *software* OpenDCIM na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá (ALAP) validou todos os objetivos propostos e confirmou sua viabilidade técnica, transformando o gerenciamento de *data centers* de um processo manual e disperso em um sistema centralizado e visual (CMDB), alinhado às normas ABNT NBR 14565 e ISO/IEC 27002:2022. Os ganhos em rastreabilidade de ativos (Tabela 1) e conexões (Figuras 4.9 e 4.10) reduziram o tempo de localização de equipamentos de horas para minutos, confirmando a viabilidade técnica em ambientes públicos de médio e grande porte.

Entre os aspectos que superaram expectativas, destacou-se a facilidade de implantação via Docker, que permitiu operação em menos de uma hora em ambiente virtualizado Debian, sem downtime nos serviços existentes, um ganho operacional 3x superior ao estimado inicialmente, conforme comparações com RackTables e DataFaz DCIM (seção 2.3). A visualização gráfica de *racks* (Figura 8) acelerou resoluções de incidentes, conforme relatos da equipe de TI da ALAP.

No entanto, pontos que não funcionaram como planejado incluíram a ausência nativa de monitoramento ambiental avançado (sem sensores integrados) e a curva de aprendizado para mapeamento inicial de conexões, agravada pela documentação prévia incompleta (seção 5.1.1), demandando mais de um mês de esforço manual em vez das duas semanas projetadas.

As lições aprendidas extrapolam os limites da ALAP e aplicam-se a outras instituições públicas brasileiras, a exemplo de outras assembleias legislativas e órgãos do Executivo. Nesse contexto, deve-se priorizar um inventário físico prévio para mitigar gaps históricos, além de investir em capacitação rápida de dois a três dias via tutoriais internos para superar barreiras linguísticas do *software open-source*.

É fundamental também integrar o DCIM à governança de TI, conforme a Lei nº 13.460/2017, utilizando-o como evidência de transparência e economicidade em auditorias. Essa abordagem não só reduz custos com licenças proprietárias, mas também eleva a maturidade operacional ao prevenir falhas em cascata em redes críticas (KUROSE, ROSS, 2014).

No âmbito acadêmico e profissional, o trabalho consolidou competências práticas em redes, virtualização, containerização, normas técnicas e gestão de projetos, unindo a teoria à resolução de problemas em um ambiente institucional real. Futuramente, a ALAP pode

automatizar via APIs (seção 5.2.2) e integrar com Zabbix para predição de capacidade, ampliando o impacto estratégico.

Este estudo demonstra que soluções de *softwares* livres, como o OpenDCIM, democratizam a gestão avançada de TI no setor público, promovendo eficiência sem comprometer a soberania tecnológica. Além de demonstrar que, quando bem implementado, compete em pé de igualdade com soluções comerciais, oferecendo flexibilidade e alinhamento à governança digital, o que contribui de forma prática e teórica para a melhoria da gestão de infraestrutura de TI.

REFERÊNCIAS

- AMAPÁ. Lei 2.382, de 21 de Novembro de 2018. **Dispõe sobre a estrutura organizacional e sobre o plano de carreira dos servidores da Assembleia Legislativa do estado do Amapá**. Disponível em: https://www.al.ap.gov.br/ver_texto_lei.php?iddocumento=92271. Acesso em: 18 mar. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 27002**: Tecnologia da informação - Segurança da informação, cibersegurança e proteção da privacidade - Controles de segurança da informação. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- BASSO, Douglas Eduardo. **Administração de redes de computadores**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2020.
- BEHR, Kevin; KIM, Gene; SPAFFORD, George. **The Visible Ops Handbook: Implementing ITIL in 4 Practical and Auditable Steps**. [S. I.]: Information Technology Process institute, 2009.
- BELOGLOZOV, Anton; ABAWAJY, Jemal; BUYYA, Rajkumar . Energy-aware resource allocation heuristics for efficient management of data centers for cloud computing. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 28, n. 5, p. 755-768, 2012.
- BLUM, Andrew. **Tubes: a journey to the center of the internet**. New York: HarperCollins, 2012.
- BRASIL. Lei nº 13.460, de 26 de junho de 2017. **Dispõe sobre participação, proteção e defesa dos direitos do usuário dos serviços públicos da administração pública**. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13460.htm. Acesso em: 10 jan. 2026.
- BURGESS, Mark. **Princípios de administração de redes e sistemas**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- BURNS, Brendan; BEDA, Joe. **Kubernetes: Up and Running**. 1. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018.
- CHUNG, Chun-Jen et al. A hybrid model of artificial neural network and time series analysis for capacity planning in data centers. **Journal of Systems and Software**, v. 140, p. 165-175, 2018.
- DATA CENTER KNOWLEDGE. **A Guide to Open Source Data Center Asset Management Software**. 2025. Disponível em: <https://www.datacenterknowledge.com/open-source-software/a-guide-to-open-source-data-center-asset-management-software>. Acesso em: 19 dez. 2025.
- FERNANDES, Aginaldo Aragon; ABREU, Vladimir Ferraz de. **Implantando a governança de TI: da estratégia à gestão de processos e serviços**. 4. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

FREIRE, Alexandre. **Administração de sistemas Linux**. 2. ed. Adaptação baseada em: LIMONCELLI, Tom; HOGAN, Christine; CHALUP, Strata R. *The Practice of System and Network Administration*. São Paulo: Novatec, 2018.

GALLACHER, Liz; MORRIS, Helen. **ITIL Foundation Exam Study Guide**. 1. ed. [S. l.]: John Wiley & Sons: Sybex, 2012.

GIZLI, Volkan; GÓMEZ, Jorge Marx. A framework for optimizing energy efficiency in data centers. *In: OTJACQUES, Benoît et al. (ed.). From Science to Society*. [S. l.]: Springer, 2018. p. 275-282. (Progress in IS). Disponível em: https://ideas.repec.org/h/spr/prochp/978-3-319-65687-8_24.html. Acesso em: 26 jan. 2024.

GEERLING, Jeff. **Ansible for DevOps: Server and configuration management for humans**. 2. ed. St. Louis: Midwestern Mac, LLC, 2020.

GREENBERG, Albert; HAMILTON, James; MALTZ, David A.; PATEL, Parveen. The cost of a cloud: research problems in data center networks. **ACM SIGCOMM Computer Communication Review**, Washington, v. 39, n. 1, p. 68-73, 2009.

HENDERSON, Tom. **The Gorilla Guide to Serverless on Kubernetes**. EUA: ActualTech Media, 2020.

KLIAZOVICH, D.; BOUVRY, P.; KHAN, S.U. Simulation and Performance Analysis of Data Intensive and Workload Intensive Cloud Computing Data Centers. *In: KACHRIS, C.; BERGMAN, K.; TOMKOS, I. (eds.). Optical Interconnects for Future Data Center Networks*. New York: Springer, 2013. cap. 4.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

LI, X. *et al.* Rack-level cooling technologies for data centers: A comprehensive review. **Digital Communications and Networks**, 2024. DOI: 10.1016/j.dcan.2024.11.003.

MAGALHÃES, Ivan Luizio; PINHEIRO, Walfrido Brito. **Gerenciamento de serviços de TI na prática: uma abordagem com base na ITIL**. São Paulo: Novatec, 2007.

MATTHIAS, Karl; KANE, Sean P. **Docker: Up & Running**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2015.

MENDES, D. R. **Redes de computadores: teoria e prática**. 2. ed. Novatec, 2015.

NETBOX LABS. **8 Open-Source DCIM Tools**. 2023. Disponível em: <https://netboxlabs.com/blog/open-source-dcim-tools/>. Acesso em: 19 dez. 2025.

OPENDCIM.ORG. **OPENDCIM**. openDCIM Foundation, Inc., 2018. Disponível em: <https://opendcim.org>. Acesso em: 20 fev. 2023.

O'DONNELL, Glenn; CASANOVA, Carlos. **The CMDB Imperative: How to Realize the Dream and Avoid the Nightmares**. 1. ed. Boston: Prentice Hall / Pearson, 2009.

SIVARAJAH, Uthayasankar; KAMAL, Muhammad Mustafa; IRANI, Zahir; WEERAKKODY, Vishanth. Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. **Journal of Business Research**, v. 70, p. 263-286, 2017.

STALLINGS, William. **Criptografia e Segurança de Redes**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

TANENBAUM, A.; FEAMSTER, N.; WETHERALL, D. **Redes de computadores**. 6. ed. São Paulo: Pearson / Porto Alegre: Bookman, 2021.

TANENBAUM, Andrew S.; VAN STEEN, Maarten. **Sistemas distribuídos: princípios e paradigmas**. São Paulo: Pearson, 2018.

TRAVASSOS, Vercier Alcantara. **A implantação do sistema de gerenciamento de data center em sites de pequeno e médio porte**. 2021. Monografia (Especialização em Datacenter: Projeto, Operação e Serviços) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/15302>. Acesso em: 20 fev. 2023.

APÊNDICE A - TUTORIAL DE INSTALAÇÃO DO OPENDCIM

Objetivo

Este apêndice apresenta o procedimento técnico completo para instalação do *software* OpenDCIM, incluindo a preparação do ambiente virtual, a instalação dos pacotes necessários e a implantação da aplicação por meio de contêineres Docker. O conteúdo destina-se a documentar o processo operacional adotado neste trabalho, permitindo sua reprodução em ambientes institucionais semelhantes.

Requisitos de infraestrutura

A instalação do OpenDCIM foi realizada em uma máquina virtual hospedada em ambiente de virtualização VMware ESXi, configurada com os seguintes requisitos mínimos:

- Sistema operacional: Debian GNU/Linux 11.
- Memória RAM: 4 GB.
- Armazenamento em disco: 40 GB.
- Processador: 1 vCPU.
- Interface de rede: 1 adaptador de rede.

Requisitos do OpenDCIM incluem navegador com JavaScript ativado, mas o deployment usa Docker para LAMP stack (Apache 2.x+SSL, MySQL 5.x+, PHP 5.4+).

Preparação do sistema operacional

Após a instalação do sistema Debian 11, realizou-se a atualização dos pacotes do sistema operacional com o seguinte comando no terminal bash:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

Em seguida, foi instalado o pacote utilitário necessário para descompactação de arquivos:

```
sudo apt install unzip
```

Instalação da plataforma Docker

A instalação do Docker foi realizada conforme as recomendações oficiais do desenvolvedor.

Adição da chave GPG oficial do Docker:

```
curl -fsSL https://download.docker.com/linux/debian/gpg | sudo gpg --dearmor -o /usr/share/keyrings/docker-archive-keyring.gpg
```

Inclusão do repositório do Docker:

```
echo "deb [arch=amd64 signed-by=/usr/share/keyrings/docker-archive-keyring.gpg] https://download.docker.com/linux/debian $(lsb_release -cs) stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker.list > /dev/null
```

Atualização dos pacotes e instalação do Docker:

```
sudo apt update
sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io
```

Para usar o Docker sem a necessidade de digitar o comando *sudo* em cada chamada, você deve adicionar seu usuário ao grupo docker:

```
sudo usermod -aG docker <seu_usuario>
```

Obtenção do projeto OpenDCIM

O projeto OpenDCIM foi obtido a partir de repositório público na plataforma GitHub disponível no endereço: <<https://github.com/adrianojsa/opendcim-compose>>, neste projeto temos os arquivos necessários para iniciar o serviço OpenDCIM na versão 21.01 em um contêiner com Debian 11 e PHP 7.4.33 em um servidor com Docker.

```
wget https://github.com/adrianojsa/opendcim-compose/archive/refs/heads/21.01.zip
```

```
unzip 21.01.zip
mv opendcim-compose-21.01 dcim21
```

Criação de diretórios e certificados SSL

Foram criados diretórios para persistência de dados e armazenamento dos certificados digitais:

```
cd dcim21
mkdir -p data certs
```

Em seguida, foi gerado um certificado digital autoassinado para uso em ambiente interno:

```
openssl req -x509 -newkey rsa:4096 -keyout certs/opendcim-ssl-cert.key -out
certs/opendcim-ssl-cert.pem -days 365 -nodes subj
"/C=BR/ST=Amapa/L=Macapa/O=al.ap.leg.br/OU=DIVRIS/CN=dcim"
```

Configuração de Variáveis e Volumes

Edite o arquivo `.env` e coloque os valores que melhor atenda as necessidades da instituição. Para este trabalho deixaremos da seguinte forma:

```
DCIMHTTTPORT=80
DCIMHTTTPSPORT=443
ADMINERPORT=8080
MYSQLROOTPASSWORD=senhaderoot
MYSQLDATABASE=dcim
MYSQLUSER=dcim
MYSQLPASSWORD=senhadobanco
DCIMPASSWD=senhausuarioweb
DBHOST=db
SSLCERTFILE=certs/opendcim-ssl-cert.pem
SSLKEYFILE=certs/opendcim-ssl-cert.key
```

No arquivo `docker-compose.yml` realizaremos a seguinte edição, onde retiramos o símbolo de comentário (`#`) que está no início das linhas no campos que configuram os volumes do mapeados no contêiner:

```
- ./data:/data  
- ./certs:/certs:ro
```

Este arquivo `docker-compose.yml` é o responsável por iniciar o serviço docker, as redes e volumes que serão utilizados pelos contêineres do nosso OpenDCIM.

Inicialização da aplicação

Com o ambiente configurado, os serviços do OpenDCIM foram iniciados por meio do Docker Compose:

```
docker compose up -d
```

Considerações de Segurança

Conforme recomendado pela norma ABNT NBR ISO/IEC 27002:2022, considere substituir certificados auto assinados por certificados CA válidos em ambiente de produção. Altere as senhas padrão em ``.env`` para valores fortes seguindo políticas corporativas. Remova o arquivo ``.install.php`` imediatamente após conclusão da instalação para evitar vulnerabilidades.

```
docker exec -it dcim21-webapp-1 rm /var/www/dcim/install.php
```

Considerações finais

A utilização da containerização com Docker simplificou o processo de instalação do OpenDCIM, reduzindo problemas de dependência e garantindo maior portabilidade da aplicação. O procedimento descrito neste anexo documenta integralmente o processo de implantação adotado

ANEXO A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO ALAP

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE EMPRESA PRIVADA EM TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Pelo presente instrumento, a empresa abaixo identificada:

Razão Social: Assembleia Legislativa do Estado Do Amapá
 CNPJ: 34.868.927/0001-60
 Endereço: Av. FAB, s/nº Centro - Macapá - Amapá
 Representada por: Maykon Conrado da Silva Salman
 Cargo: Diretor de Tecnologia da Informação


AUTORIZA, para fins acadêmicos, a divulgação de informações e dados sobre sua infraestrutura de redes de computadores, organização de sistemas, serviços, metodologias, processos e demais informações técnicas relevantes que forem utilizadas no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do discente abaixo:


Nome do Aluno: Adriano Jones Sá Araújo
 Matrícula: 2019210110003
 Curso: Tecnologia em Redes de Computadores
 Instituição: Instituto Federal do Amapá – IFAP
 Campus: Macapá
 Título/Subtítulo: GERENCIAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE DATA CENTER /
 Implementação do Software OpenDCIM na Assembleia Legislativa do Estado do Amapá


Declara-se que as informações a serem divulgadas no TCC não comprometem o sigilo comercial, estratégico ou industrial da empresa, e que foram previamente discutidas e autorizadas entre as partes.

Este termo é válido exclusivamente para a finalidade acima descrita, no contexto do TCC, e não implica em qualquer outro tipo de autorização para divulgação pública ou comercial.

Macapá-AP, 20 de agosto de 2025.

Documento assinado digitalmente
 **MAYKON CONRADO DA SILVA SALMAN**
 Data: 29/01/2026 19:46:23-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **ADRIANO JONES SA ARAUJO**
 Data: 29/01/2026 19:40:07-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **JAIRO DE KASSIO SIQUEIRA BARRETO**
 Data: 30/01/2026 09:34:14-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

 Maykon Conrado da Silva Salman
 Diretor de TI

 Adriano Jones Sá Araújo
 Estudante

 Jairo de Kássio Siqueira Barreto
 Orientador