

NetBox como fonte de verdade para a documentação contínua da infraestrutura do CTISM/UFSM

Lorenzo Basso Ropke¹, Tiago Rizzetti¹,
Renato Preigschadt de Azevedo¹

¹Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria – RS – Brasil

lorenzo.ropke@redes.ufsm.br, rizzetti@ctism.ufsm.br, renato@redes.ufsm.br

Abstract. *Maintaining network documentation consistent with operational dynamics requires structured reconciliation workflows. This paper analyzes the adoption of NetBox as an authoritative Source of Truth (SoT) at the Industrial Technical College of Santa Maria (CTISM/UFSM). The architecture combines relational modeling, SNMP telemetry harvested thrice daily, and an administrator-mediated admission quarantine for newly detected devices, with email and instant messaging alerts after detection. An API audit of the production deployment identified 123 active devices across 11 vendors, 40 racks, 62 VLANs, 77 virtual machines, and 2,605 interfaces. While gross rack binding is 48.8%, isolating physically eligible equipment yields 68.2% contextual completeness (74.6% among switches), with 96.7% verified locations. Hardware profiles are categorized by functional tier for operational security. The results indicate that documentation integrity in multivendor networks benefits from separating periodic SNMP collection from authoritative asset admission.*

Resumo. *A manutenção da integridade documental de redes frente à dinâmica operacional requer fluxos estruturados de reconciliação. Este artigo analisa a implantação do NetBox como Fonte de Verdade (Source of Truth, SoT) no Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM/UFSM). A arquitetura proposta conjuga modelagem relacional, coleta de telemetria via SNMP três vezes ao dia e controle de admissão em quarentena para novos ativos, mediado por administrador com alertas por e-mail e mensagens instantâneas. Uma auditoria via API em produção identificou 123 dispositivos ativos em 11 fabricantes, 40 racks, 62 VLANs, 77 máquinas virtuais e 2.605 interfaces. Embora a vinculação bruta a racks seja de 48,8%, o isolamento de equipamentos elegíveis atinge 68,2% de completude contextual (74,6% entre switches), com 96,7% de localização confirmada. Os perfis de hardware foram agregados por capacidade para preservar a segurança operacional.*

1. Introdução

A gerência sistemática de infraestruturas de telecomunicações no ensino técnico e superior requer registros fidedignos sobre ativos, topologias lógicas e cabeamento estruturado para orientar manutenções e planejamento de expansão. Contudo, a governança documental enfrenta a entropia informacional: a defasagem temporal entre modificações físicas e

sua transposição para registros formais [Al-Fedaghi and Behbehani 2020]. Planilhas e diagramas estáticos demandam atualização manual contínua, processo preterido em rotinas de sobrecarga operacional, elevando o tempo de resolução de falhas.

No cenário da UFSM, investigações anteriores apontaram a necessidade de estruturar rotinas de gerência para assegurar a estabilidade de serviços críticos [Röpke et al. 2019]. Todavia, sistemas de monitoramento convencionais operam sobre o estado aplicado instantâneo (*operational state*), sem capturar relacionamentos hierárquicos e capacidade de racks. Consolida-se, assim, o conceito de Fonte de Verdade (*Source of Truth*, SoT): um repositório relacional centralizado dotado de autoridade normativa sobre o estado pretendido (*intended state*) da rede [Halley et al. 2024]. Publicações recentes da ERRC têm investigado o NetBox para gerência desacoplada [Menezes et al. 2024] e sincronização a partir da rede ativa [Cauduro and Loureiro 2024].

No Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM/UFSM), o Setor de Tecnologia da Informação (SETIN) adotou o NetBox como autoridade central para documentar a infraestrutura que atende a mais de 40 laboratórios de ensino e pesquisa, blocos didáticos e setores administrativos. Para conciliar fidelidade descritiva e integridade cadastral, implementou-se um fluxo em duas etapas: rotinas SNMP atualizam ciclicamente dados voláteis de ativos previamente homologados, enquanto nós inéditos são retidos em quarentena para homologação técnica, complementada por notificações via e-mail e mensageria instantânea (WhatsApp). Zabbix e UniFi Network operam de modo complementar na telemetria contínua e no controle da camada sem fio. Este artigo investiga como conciliar coleta automatizada e integridade da SoT, descrevendo o fluxo de governança e a base em produção (123 ativos em 11 fabricantes).

2. Fundamentação e trabalhos relacionados

A superação de esquemas isolados em favor de inventários semânticos e grafos relacionais constitui premissa para a automação de redes [Al-Fedaghi and Behbehani 2020, Martínez-Casanueva et al. 2023]. Contudo, a mera introdução de um repositório não garante acurácia informacional. Segundo levantamento da Enterprise Management Associates (EMA) com 354 profissionais de rede, apenas 20,2% das organizações com bases autoritativas consideravam sua implementação plenamente efetiva [McGillicuddy 2024], demonstrando que o sucesso reside nos fluxos de governança que regulam a admissão de dados.

Sob o aspecto normativo, a arquitetura NMDA (RFC 8342) distingue o estado intencional planejado (*intended*) do estado aplicado operacional (*operational*) [Bjorklund et al. 2018]. Sistemas de monitoramento reportam o comportamento instantâneo, ao passo que a SoT deve preservar a conformidade projetada [Halley et al. 2024, NetBox 2026]. A gravação irrestrita de varreduras operacionais sobre a SoT arrisca validar configurações errôneas ou nós clandestinos.

O tema registra avanços expressivos nos anais da ERRC. Menezes, Kreutz e Mansilha [Menezes et al. 2024] demonstraram a centralização de intenções no NetBox para orquestração de configurações via Netmiko, mitigando o acoplamento a fornecedores. Enquanto o foco de Menezes et al. reside na imposição unidirecional da intenção sobre o plano de dados, o caso do CTISM aborda o sentido inverso: a reconciliação governada da telemetria sobre a SoT e a curadoria de dados físicos. Por sua vez, Cauduro e

Loureiro [Cauduro and Loureiro 2024] propuseram a alimentação automatizada do Net-Box via comandos CLI/SSH em equipamentos multivendor. Em contrapartida, o CTISM optou pela coleta padronizada por SNMP acoplada a filtro de admissão humana. Essa escolha ancora-se no princípio do menor privilégio (credenciais de leitura restrita em vez de senhas privilegiadas com modo *enable*), na estabilidade semântica das MIBs padronizadas frente à fragilidade de analisadores sujeitos a variações de firmware, e nas limitações de processamento de *switches* legados para negociar cifras criptográficas assimétricas no SSH. O estudo dialoga ainda com Röpke, Guarienti e Rizzetti [Röpke et al. 2019], quanto ao alívio de sobrecarga no Zabbix, e com Bitzki et al. [Bitzki et al. 2025], na gestão automatizada de serviços de rede para IoT em campi.

3. Arquitetura e governança documental

A infraestrutura do CTISM/UFSM interconecta oito localidades físicas distribuídas em sete blocos prediais e áreas técnicas subordinadas, tendo o NetBox (versão 4.6.7) como autoridade central de dados (Figura 1).

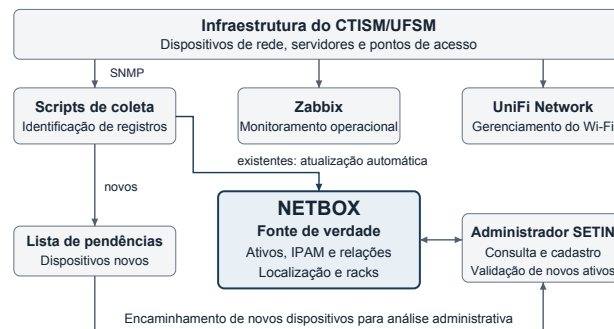


Figura 1. Arquitetura funcional de documentação e operação da rede do CTISM/UFSM.

O fluxo de reconciliação documental separa coleta periódica via SNMP de admissão normativa. Na primeira etapa, rotinas em Python efetuam consultas SNMPv2c/v3 em três janelas diárias, sincronizadas aos turnos de expediente (início da manhã, meio da tarde e encerramento regular). As coletas consultam OIDs da MIB-II (RFC 1213) e MIB de interfaces (RFC 2863), incluindo `sysDescr`, `sysName`, `ifTable` e `ipAddrTable`. Confirmada a correspondência com um ativo homologado no NetBox, o sistema atualiza grandezas voláteis: estado operacional de enlaces (Up/Down), velocidade negociada, descrições de portas e endereços de gerência.

Na segunda etapa, caso a varredura identifique um endereço IP responsivo inexistente na SoT, o fluxo bloqueia a inclusão direta na base. O nó é encaminhado a uma fila de quarentena cadastral, despachando notificações automáticas aos administradores por correio eletrônico e mensagens instantâneas (WhatsApp). A admissão definitiva exige homologação técnica estruturada em quatro critérios determinantes: confirmação da finalidade institucional, localização predial, gabinete com coordenada vertical em unidades de rack (U) e função topológica formal. Esse controle impede a poluição da SoT por estações de bancada ou equipamentos inseridos sem autorização.

A plataforma incorpora extensões modulares: `netbox_qrcode`, que gera etiquetas ópticas para racks e dispositivos nos racks, agilizando auditorias móveis em

campo; `netbox_floorplan`, para visualização em plantas baixas; `netbox_kea`, para correlação com concessões DHCP; e `netbox_secrets`, para custódia cifrada de credenciais. A estabilidade decorre da especialização: o NetBox detém a autoridade topológica e cadastral do estado pretendido; o Zabbix processa séries temporais de desempenho e incidentes [Röpke et al. 2019]; e o UniFi Network gerencia parâmetros de radiofrequência da rede sem fio.

4. Método e caracterização da base documental

A caracterização baseou-se em auditoria via API do NetBox realizada em setembro de 2026, abrangendo os objetos pertinentes ao estudo. Os recursos computacionais e estruturais estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1. Dimensão da infraestrutura cadastrada no NetBox do CTISM/UFSM.

Recurso Cadastrado	Qtd.	Recurso Cadastrado	Qtd.
Sites Institucionais	1	Dispositivos Ativos	123
Localidades Físicas	8	Interfaces de Rede	2.605
Racks	40	Cabos de Conexão Estruturada	43
Prefixos IPv4/IPv6	37	Endereços IP Cadastrados	622
VLANs Cadastradas	62	Redes Sem Fio (WLANs)	10
Clusters de Virtualização	6	Máquinas Virtuais	77

O parque de 123 dispositivos compreende 67 switches, 35 pontos de acesso sem fio corporativos, dez servidores dedicados, nove hosts de virtualização, um roteador de borda e um no-break inteligente. No ambiente virtual, 100% das 77 máquinas virtuais estão associadas a seis clusters sobre servidores Dell PowerEdge. A delimitação dos 43 cabos cadastrados restringe-se às conexões de agregação do núcleo, ao backbone óptico interpredial e aos links de armazenamento do data center no Prédio 5C. O cabeamento horizontal de estações de usuários e bancadas didáticas foi deliberadamente postergado em virtude da sua alta rotatividade física.

A auditoria identificou equipamentos de 11 fabricantes de hardware. Para reduzir a exposição de detalhes do parque legado, a Tabela 2 apresenta fabricantes e perfis de capacidade, omitindo modelos e anonimizando dois fornecedores legados.

A integridade do inventário foi aferida pela taxa de preenchimento absoluto $P_a = n_a/N$ e pela Taxa de Completude Contextual ($P_{a|eleggível}$), na qual equipamentos fisicamente incompatíveis com o atributo são deduzidos do denominador. No atributo de localização, 119 dos 123 ativos possuem alocação física confirmada ($P_{local} = 96,7\%$). As quatro lacunas restringem-se a três pontos de acesso recém-adquiridos e a um roteador em remanejamento no Prédio 5C. O endereço IPv4 primário está presente em 117 ativos ($P_{IP} = 95,1\%$).

A associação a racks ilustra a relevância da métrica contextual: enquanto a taxa bruta indica 60 dispositivos em racks (48,8%), ela desconsidera que os 35 pontos de acesso são instalados diretamente em paredes e tetos. Isolando-se os 88 nós elegíveis à instalação em racks (switches, servidores, roteador e no-break), a completude contextual alcança $P_{rack|eleggível} = 60/88 = 68,2\%$. Entre os 67 Switches, 50 estão vinculados ao seu respectivo rack (74,6%). Os 17 Switches restantes operam em bancadas didáticas

Tabela 2. Distribuição dos dispositivos por fornecedor e classe funcional no CTISM.

Fabricante	Qtd.	Perfil de Capacidade Tecnológica
Ubiquiti Networks	35	Pontos de acesso corporativos Wi-Fi 6 e Wi-Fi 6E
HPE	33	Switches gerenciáveis Gigabit Ethernet
Fornecedor A (Legado)	18	Switches gerenciáveis de geração anterior
Generic / Whitebox	10	Servidores físicos de processamento dedicado
Dell Inc.	9	Servidores de virtualização multinúcleo
Fornecedor B (Legado)	7	Switches de bancada didática para laboratório
Huawei	6	Switches de agregação/núcleo com portas 10GE
Cisco Systems	2	Switches de distribuição com suporte a PoE
APC	1	No-break modular com gerência inteligente
Netgate	1	Sistema de segurança e firewall de borda
Intelbras	1	Switch gerenciável

sem rack padronizado. Quanto às 62 VLANs cadastradas, 59 constam como *Active* e três como *Deprecated*, evidenciando o uso do NetBox no ciclo formal de desativação de sub-redes.

5. Discussão: lições e governança contínua

Os resultados demonstram que a eficácia de uma SoT não decorre de métricas artificialmente completas, mas de sua capacidade de tornar evidentes as pendências físicas e lógicas da infraestrutura. A detecção de quatro dispositivos sem localização e de 17 Switches de bancada não expressa falha cadastral, constituindo uma fila auditável de pendências prioritáveis.

Em relação a Cauduro e Loureiro [Cauduro and Loureiro 2024], o CTISM adota uma alternativa baseada em SNMP e admissão humana, reduzindo a dependência de comandos específicos de fabricante e permitindo acesso restrito à leitura. A experiência reforça a importância da validação cadastral antes de automações sobre o plano de dados [Menezes et al. 2024] e mantém o Zabbix dedicado à telemetria temporal [Röpke et al. 2019]. Como estudo de caso em uma única instituição, os resultados não estabelecem superioridade geral sobre abordagens via CLI/SSH.

Quatro diretrizes emergem da experiência no CTISM: (i) Nomenclatura como chave primária: o formato [Tipo]-[Local]-[Rack]-[ID] (ex.: SW-P5C-R426B-01), sincronizado com o campo `sysName` da MIB-II, provê correlação unívoca entre SNMP, Zabbix e NetBox sem dependência de IPs voláteis; (ii) Segregação entre descoberta e admissão: rotinas automáticas limitam-se a dados operacionais de nós previamente aprovados, restando novos ativos em quarentena e alertando os administradores após cada detecção; (iii) Completude contextual: métricas de qualidade devem excluir nós fisicamente incompatíveis; e (iv) Rastreabilidade física: o emprego de QR Codes em racks aproxima a documentação lógica das vistorias presenciais.

6. Conclusões e trabalhos futuros

A implantação do NetBox no CTISM/UFSM consolida uma Fonte de Verdade capaz de sustentar a documentação contínua de uma rede acadêmica multivendor. O modelo proposto equilibra coleta SNMP periódica e controle de admissão mediado por administradores. A base em produção contabiliza 123 dispositivos em 11 fabricantes, 40 racks, 62 VLANs e 2.605 interfaces, atingindo 96,7% de localização confirmada e 68,2% de completude contextual de racks.

Trabalhos futuros incluem a medição do tempo de divergência informacional (*drift time*), o modelamento *Design First* da expansão do núcleo para enlaces de 100/25 Gb/s com agregação de portas, e a validação prévia de mudanças topológicas por meio de gêmeos digitais [Menezes et al. 2025].

Referências

- Al-Fedaghi, S. and Behbehani, B. (2020). How to Document Computer Networks. *Journal of Computer Science*, 16(6):723–734.
- Bjorklund, M., Schoenwaelder, J., Shafer, P., Watsen, K., and Wilton, R. (2018). Network Management Datastore Architecture (NMDA). RFC 8342, IETF.
- Cauduro, A. and Loureiro, C. (2024). Automatização do processo de alimentação do NetBox como banco de dados com Paramiko e PyNetBox. In *Anais da XXI ERRC*, pages 1–6, Porto Alegre. SBC.
- Halley, J., Arlegui, A., and Howlin, M. (2024). Single Source of Truth in Network Automation. White paper, Cisco.
- Martínez-Casanueva, I. D., González-Sánchez, D., Bellido, L., Fernández, D., and López, D. R. (2023). Toward Building a Semantic Network Inventory for Model-Driven Telemetry. *IEEE Communications Magazine*, 61(3):60–66.
- McGillicuddy, S. (2024). Enterprise Network Automation: Emerging From the Dark Ages and Reaching Toward NetDevOps. Research report, Enterprise Management Associates.
- Menezes, J., Bitzki, L., and Kreutz, D. (2025). Net2d-LLM: Translating Structured Network Intents into CLI using LLMs with Execution in a Network Digital Twin. In *Anais da XXII ERRC*, pages 1–6, Porto Alegre. SBC.
- Menezes, J., Kreutz, D., and Mansilha, R. (2024). Gerenciamento de serviços e dispositivos de rede à partir da fonte de verdade da rede (SoT). In *Anais da XXI ERRC*, pages 1–6, Porto Alegre. SBC.
- NetBox (2026). Planning Your Move. <https://netbox.readthedocs.io/en/stable/getting-started/planning/>.
- Röpke, V., Guarienti, M., and Rizzetti, T. A. (2019). Otimização da Ferramenta de Monitoramento Zabbix no Hospital Universitário de Santa Maria. In *Anais da XVII ERRC*, pages 1–6, Porto Alegre. SBC.