A Presença Feminina na Eletrotécnica: Liderança Técnica e Avanços na Engenharia Contemporânea

The Presence of Women in Electrical Engineering: Technical Leadership and Advances in Contemporary Engineering

Renata Maria Souza

Resumo

Este capítulo discute, em perspectiva acadêmica, a presença feminina na Eletrotécnica sob quatro eixos: (i) evolução histórica e institucional da participação das mulheres em áreas técnicas; (ii) competências técnicas e de gestão requeridas na Eletrotécnica contemporânea; (iii) liderança técnica e seus impactos sobre desempenho, segurança operacional, conformidade normativa e qualidade; e (iv) desafios persistentes e medidas de governança educacional e corporativa para consolidar a equidade no campo. Com linguagem técnica e humanizada, o texto integra literatura da engenharia com estudos organizacionais, enfatizando que a diversidade cognitiva e a liderança inclusiva elevam a performance de times, aprimoram processos e fortalecem a confiabilidade de sistemas eletrotécnicos. O capítulo conclui com um conjunto de recomendações acadêmicas e profissionais para formação, avaliação e progressão de carreira de mulheres na área.

Palavras-chave: Eletrotécnica; Liderança técnica; Competências profissionais; Conformidade normativa; Equidade de gênero.

Abstract

This chapter discusses women's presence in Electrotechnics along four axes: (i) historical and institutional evolution of women's participation in technical fields; (ii) technical and managerial competencies required in contemporary Electrotechnics; (iii) technical leadership and its impact on performance, operational compliance, and quality; and (iv) persistent challenges and

governance measures in education and industry to consolidate equity. Using a technical yet humanized tone, the chapter integrates engineering literature with organizational studies, emphasizing that cognitive diversity and inclusive leadership raise team performance, improve processes, and strengthen the reliability of electrotechnical systems. It closes with academic and professional recommendations for training, assessment, and career progression for women in the field.

Keywords: Electrotechnics; Technical leadership; Professional competencies; Regulatory compliance; Gender equity.

1. Introdução

A Eletrotécnica é um domínio estruturante da engenharia aplicada. Abrange desde o projeto e a análise de sistemas elétricos em baixa, média e alta tensão até a proteção, a medição, o comissionamento e a manutenção de instalações e equipamentos; integra, ainda, automação, instrumentação e controle, qualidade de energia, confiabilidade e gestão de ativos. Por sua natureza interdisciplinar, exige competências formais (cálculo, circuitos, eletromagnetismo, máquinas e acionamentos, eletrônica de potência) e habilidades transversais (comunicação técnica, trabalho em equipe, liderança e tomada de decisão sob restrições).

Historicamente, a participação feminina na Eletrotécnica foi sub-representada por condicionantes socioculturais e barreiras institucionais. Nas últimas duas décadas, entretanto, mudanças na educação técnica, políticas de inclusão e transformações no mercado elevaram a presença de mulheres em cursos, laboratórios e operações industriais. O objetivo deste capítulo é analisar esse movimento com rigor acadêmico, evidenciando impactos na qualidade técnica, na gestão de risco, na conformidade normativa e na cultura organizacional — e propondo caminhos para consolidar o avanço.

A abordagem combina revisão teórica e análise crítica orientada por problemas típicos da Eletrotécnica (dimensionamento, seletividade, confiabilidade,

manutenção, segurança operacional e conformidade), articulando evidências de que liderança técnica exercida por mulheres contribui para decisões mais bem-fundamentadas, processos mais estáveis e ambientes mais colaborativos, sem abrir mão de critérios objetivos de desempenho.

2. Referencial Teórico

A literatura sobre gênero em ciência e tecnologia indica que a desigualdade não decorre de deficiência de capacidade, mas de estruturas históricas de acesso e reconhecimento. Estudos em educação profissional e engenharia mostram três vetores decisivos para alteração desse quadro:

(a) formação (currículos com práticas de laboratório, projetos integradores e avaliação por competência); (b) instituições (incentivos, bolsas e mentoria); e (c) organizações (processos de recrutamento, avaliação, segurança e progressão baseados em evidências).

No escopo da Eletrotécnica, a produção técnica reconhece o papel da diversidade cognitiva em problemas de alto acoplamento sistêmico — por exemplo, coordenação de proteção, integração de cargas complexas, análise de curto-circuito e transitórios, qualidade de energia e confiabilidade de sistemas de distribuição. Em times diversos, a confrontação de hipóteses, a revisão cruzada de cálculos e a padronização documental tendem a ser mais consistentes, reduzindo falhas latentes. A liderança técnica, por sua vez, é tratada em duas dimensões: competência técnica comprovada (capacidade de derivar, calcular, simular e auditar soluções) e competência relacional (clareza de requisitos, gestão de interfaces e comunicação de risco). A literatura organizacional recente destaca que estilos de liderança com alto nível de comunicação e coordenação elevam o desempenho de equipes de engenharia em ambientes sujeitos a conformidade regulatória e auditorias externas.

3. Panorama Histórico e Institucional da Inserção Feminina

3.1 Da barreira simbólica à inclusão programática

A associação histórica entre trabalhos "de campo" e masculinidade técnica sustentou por décadas a exclusão simbólica feminina de áreas como eletrotécnica, eletrônica de potência e manutenção. A inflexão recente deriva de ações programáticas: ampliação de matrículas em escolas técnicas e tecnológicas, programas de iniciação científica e projetos de extensão com protagonismo de alunas em laboratórios de sistemas elétricos, automação e instrumentação.

3.2 Papel das redes acadêmicas e técnicas

Ligas acadêmicas, grupos de estudo e capítulos estudantis de sociedades técnicas favorecem participação feminina em projetos de P&D, competição de protótipos, maratonas de inovação e estágios supervisionados, rompendo assimetrias de networking e exposição técnica. Essa inserção precoce impacta empregabilidade e prontidão para ambientes industriais.

3.3 Normalização, auditoria e cultura de conformidade

A Eletrotécnica convive com um arcabouço denso de normas técnicas, regulamentos de segurança e procedimentos de auditoria. O domínio documental — especificações, memoriais de cálculo, ART/ RT, registros de comissionamento, planos de manutenção e relatórios de inspeção — é área em que a liderança técnica feminina vem se destacando, dado o alto valor de rastreabilidade e padronização para certificações e para a prevenção de incidentes.

4. Competências Técnicas na Eletrotécnica Contemporânea

4.1 Modelagem, cálculo e verificação

A prática exige modelagem analítica e numérica de circuitos e sistemas (cargas lineares e não- lineares, impedâncias de sequência, curto-circuito trifásico e assimétrico, queda de tensão, aquecimento de cabos), além de verificação cruzadapor simulação (software de fluxo de potência, análise harmônica e coordenação de proteção). A liderança técnica implica explicitar hipóteses, margens de segurança e critérios de aceitação.

4.2 Seletividade e coordenação de proteção

A coordenação entre disjuntores, fusíveis e relés requer leitura e sobreposição de curvas de tempo- corrente, definição de *settings* (pick-up, *time dial*, *instantaneous*), seletividade lógica e de zona, além de verificação de corrente de falta mínima/máxima. Erros de seletividade geram desligamentos em cascata e perdas operacionais; processos de revisão por pares reduzem risco.

4.3 Qualidade de energia e confiabilidade

Harmônicos, *flicker*, variações de tensão e desequilíbrios comprometem rendimento e vida útil de ativos. A liderança técnica estabelece planos de medição, indicadores (THD, TDD, ITIC), critérios de mitigação (filtros, realocação de cargas, ajustes de tap) e ciclos de melhoria (PDCA técnico), com documentação de antes/depois.

4.4 Comissionamento e manutenção baseada em condição

Check-lists de comissionamento, testes de razão de transformação, relação X/R,

resistência de isolamento, ensaios funcionais e *loop check* integram a prontidão operacional. Na manutenção, a migração de rotinas corretivas para baseadas em condição (termografia, ensaios dielétricos, análise de óleo, vibração em motores) reduz indisponibilidades e melhora *MTBF*.

4.5 Integração com automação e instrumentação

A interface com automação (CLPs, IHMs, redes industriais) e instrumentação (transdutores, *sensors* e *actuators*) demanda clareza de requisitos elétricos (alimentação, aterramento, blindagem) e lógicos (tags, *interlocks*, permissivos), evitando laços inválidos e interferências eletromagnéticas.

5. Liderança Técnica: Princípios, Práticas e Evidências

5.1 Definição operacional

Liderança técnica é a capacidade de guiar decisões de engenharia com base em evidências, traduzindo requisitos em especificações verificáveis, construindo consenso em torno de soluções e assumindo responsabilização documental (cálculos, pareceres, *as built*). No contexto de equipes diversas, ela equilibra rigor analítico e comunicação clara.

5.2 Decisão sobrestrições

Projetos eletrotécnicos estão sujeitos a múltiplas restrições: compatibilidade eletromagnética, espaço físico, orçamento, prazos, matriz de risco e manutenção futura. A liderança técnica eficaz explicita *trade-offs*, define critérios hierárquicos (segurança > conformidade > disponibilidade > custo, por exemplo) e documenta a racionalidade da decisão.

5.3 Governança de risco e documentação

A elaboração e a guarda de evidências técnicas (árvore de decisão, memória de cálculo, *datasheets* aprovados, certificados, registros de testes) reduzem vulnerabilidade jurídica e fortalecem auditorias. Lideranças técnicas femininas vêm se destacando na construção dessa governança orientada a dados.

5.4 Resultados organizacionais

Equipes com liderança técnica inclusiva apresentam: (i) menor retrabalho em *as built*; (ii) redução de falhas recorrentes por deficiência de documentação; (iii) maior aderência a prazos de comissionamento; e (iv) mais estabilidade de indicadores de qualidade de energia e disponibilidade de ativos.

6. Educação, Formação e Avaliação por Competências

6.1 Currículo orientado a problemas (PBL)

A aprendizagem baseada em problemas, com projetos integradores (por exemplo, projeto de um painel de baixa tensão com coordenação de proteção e relatório de comissionamento), promove domínio prático e maturidade documental.

6.2 Laboratórios esegurança

Laboratórios de máquinas, instalações elétricas e ensaios devem combinar procedimentos de segurança, supervisão eficaz e cultura de *near-miss reporting*. A participação ativa de alunas em monitorias e iniciação científica cria pertencimento técnico.

6.3 Mentoria e redes de apoio

Programas formais de mentoria, *peer review* de relatórios e *clinics* de software (análise de curto-circuito, seletividade, harmônicos) reduz distâncias de prontidão entre egressos e demandas industriais.

6.4 Avaliação por evidências

Portfólios técnicos (cálculos, simulações, *check-outs*, relatórios de inspeção) e rubricas de avaliação (clareza metodológica, coerência entre requisitos e soluções, rastreabilidade) substituem provas puramente teóricas e valorizam competência real.

7. Mercado de Trabalho: Desafios e Oportunidades

7.1 Barreiras persistentes

Persistem *biases* de recrutamento, assimetrias salariais e subutilização de competências. Tais barreiras não são técnicas: refletem práticas de gestão e percepções arcaicas sobre a natureza do trabalho eletrotécnico.

7.2 Alocação em tarefas de alto valor

Mulheres em Eletrotécnica vêm ocupando funções de alto impacto: estudos de curto-circuito e seletividade; comissionamento; gestão de ativos; coordenação de interfaces elétrica–automação; elaboração de memoriais de cálculo para aprovação e auditorias.

7.3 Ambientes regulados e confiança técnica

Setores regulados (industrial, infraestrutura, saúde, data centers, transportes) demandam conformidade robusta e rastreabilidade. Nesses ambientes, a qualidade da documentação técnica e a gestão de mudanças (MOC) são tão críticas quanto a solução de engenharia — e equipes diversas tendem a produzir documentação mais completa.

7.4 Progressão de carreira

Critérios objetivos (certificações, entregáveis auditáveis, indicadores de desempenho técnico, redução de não conformidades) devem prevalecer sobre critérios subjetivos. Planos de desenvolvimento individuais com metas técnicas claras favorecem retenção de talentos.

8. Conformidade Normativa, Segurança Operacional e Qualidade

8.1 Princípios deconformidade

Conformidade é aderência demonstrável a requisitos normativos, legais e contratuais. Em Eletrotécnica, implica especificar, instalar, inspecionar, testar, documentar e auditar.

8.2 Segurança operacional

A gestão de risco elétrico requer análise prévia (bloqueio e etiquetagem, aterramento temporário, verificação de ausência de tensão), uso de EPI/EPC e registros formais de permissão de trabalho. A liderança técnica cria rotinas, supervisiona sua execução e monitora desvios.

8.3 Qualidade e *lessons learned*

Sistemas de qualidade que recolhem dados de falhas, quase-acidentes e *non-conformities* alimentam *lessons learned* para novos projetos. A cultura de aprendizado — não punitiva, mas responsiva — é central para maturidade organizacional.

9. Comunicação Técnica e Cultura de Times

9.1 Clareza, rastreabilidade esíntese

A qualidade de um projeto não se encerra no cálculo correto: depende de como decisões são comunicadas. Relatórios com sumário executivo, hipóteses, critérios de aceitação, resultados e anexos técnicos facilitam auditorias e

manutenção.

9.2 Reuniões técnicas e decisões registradas

Design reviews estruturadas, atas técnicas com responsáveis e prazos, e controle de versões reduzem ambiguidade e previnem retrabalho. A liderança técnica garante environment psicologicamente seguro para questionamentos e *challenging* respeitoso.

9.3 Humanização sem perda de rigor

Humanizar não é diluir critério técnico: é tornar explícitas as consequências humanas de decisões de engenharia (segurança de pessoas, continuidade de serviços, integridade patrimonial) e organizar o trabalho para minimizar risco humano e técnico.

10. Recomendações Práticas para Consolidação da Presença Feminina

1. Currículo por competências com projetos integradores e avaliação por evidências.
2. Mentoria estruturada (aluna-aluna; docente-aluna; profissional-aluna).
3. Portfólios técnicos como requisito de conclusão.
4. Processos de recrutamento cegos para mitigar vieses iniciais.
5. Critérios objetivos de promoção (entregáveis, auditorias, confiabilidade, disponibilidade, qualidade de energia).
6. Programas de liderança técnica com foco em decisão sob restrições e governança documental.
7. Ciclos de *lessons learned* obrigatórios pós-comissionamento e pós-falha.
8. Indicadores de maturidade (redução de retrabalho, aderência a prazos de comissionamento, estabilidade de indicadores elétricos).

9. Capacitação contínua em análise de curto-circuito, seletividade, QEE e manutenção baseada em condição.
10. Ambiente de respeito e *speak-up*, com protocolos claros para reporte de riscos.

11. Discussão

A consolidação da presença feminina na Eletrotécnica é tecnicamente vantajosa e institucionalmente necessária. Em sistemas complexos, decisões se beneficiam de múltiplas perspectivas. A literatura em engenharia e gestão mostra que a diversidade melhora a identificação de *corner cases*, acelera a detecção de inconsistências e eleva a qualidade documental. O desafio não é provar a capacidade feminina — que já se manifesta em entregas e auditorias — , mas remover ruídos organizacionais que ainda distorcem alocação de oportunidades e reconhecimento.

O argumento central deste capítulo é que equidade é uma condição de qualidade em engenharia: times equilibrados têm maior probabilidade de cumprir requisitos de segurança, disponibilidade e conformidade. Sob esse prisma, ações de inclusão deixam de ser periféricas e passam a integrar a estratégia técnica das organizações.

12. Conclusão

A Eletrotécnica contemporânea demanda liderança técnica com três pilares: rigor analítico, governança documental e cultura de colaboração. A presença feminina fortalece esses pilares ao combinar competência dura (cálculo, simulação, comissionamento) com competências relacionais (clareza, coordenação, comunicação de risco). Experiências em educação, projeto e operação mostram que equipes diversas entregam soluções mais robustas e auditáveis.

O caminho adiante exige: currículos por competência, mentoria ativa, critérios objetivos de progressão, processos de recrutamento justos e ambientes de trabalho onde questionar é bem-vindo e decidir é responsabilidade compartilhada. Em última análise, a liderança técnica exercida por mulheres não é adendo social; é componente de excelência de engenharia.

Referências

ANDRADE, M. P. *Educação técnica e gênero: inclusão e desafios na formação profissional.* São Paulo: Atlas, 2022.
BARROS, C. A. *Gênero e tecnologia: a presença da mulher nas engenharias.* Rio de Janeiro: LTC, 2020.
CAMPOS, R.; TEIXEIRA, L. *Confiabilidade de sistemas elétricos e gestão de ativos.* São Paulo: Blucher, 2021.
COSTA, R. F. *Mulheres na engenharia: implicações técnicas e organizacionais da diversidade.*
Recife: UFPE, 2023.
FERREIRA, D.; NOGUEIRA, P. *Proteção de sistemas elétricos: seletividade e coordenação.* Rio de Janeiro: Interciência, 2021.
IFET. *Relatório de Educação Técnica e Tecnológica.* Brasília: MEC, 2022.
ISEE – INTERNATIONAL SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. *Gender and Engineering Report 2023.* London, 2023.
LIMA, D. S. *Políticas públicas e educação tecnológica no Brasil.* Brasília: MEC, 2021.
MACHADO, S.; PEREIRA, V. *Qualidade de energia elétrica: medição, indicadores e mitigação.* Porto Alegre: Bookman, 2020.
RODRIGUES, T. F.; SILVA, H. J. *Desempenho e equidade em profissões técnicas.* Florianópolis: UFSC, 2023.
SCOTT, J. *Gênero e a política das identidades.* Lisboa: Edições 70, 2019.
SOUZA, L. M.; FARIAS, R. P. *Gestão colaborativa e liderança em engenharia.* Belo Horizonte: PUC Minas, 2023.
VARGAS, E.; OLIVEIRA, A. *Comissionamento e manutenção elétrica baseada em condição.* São Paulo: Érica, 2022.
UNESCO. *Engineering and Technical Education: Trends and Inclusion.* Paris, 2023.