



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I - CAMPINA GRANDE**  
**CCSA - CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CONTABILIDADE E GESTÃO DE NEGÓCIOS**

**PAULO IMPERIANO DOS SANTOS NETO**

**ESTUDO DOS CUSTOS DA QUALIDADE NAS MAIORES EMPRESAS DO SETOR**  
**DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

**CAMPINA GRANDE**

**2025**

**PAULO IMPERIANO DOS SANTOS NETO**

**ESTUDO DOS CUSTOS DA QUALIDADE NAS MAIORES EMPRESAS DO SETOR  
DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso (Artigo) apresentado à Coordenação do Curso de Pós – Graduação em Contabilidade e Gestão de Negócios da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em 2025. Trabalho de conclusão de curso.

**Área de concentração:** Gestão Estratégica de Custos

**Orientador:** Prof. Dr. Milton Jarbas Rodrigues

Campina Grande

2025

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S237e Santos Neto, Paulo Imperiano dos.

Estudo dos custos da qualidade nas maiores empresas do setor de energia solar no Brasil [manuscrito] / Paulo Imperiano dos Santos Neto. - 2025.

20 p.

Digitado. Monografia (Especialização em Contabilidade e Gestão de Negócios) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, 2025. "Orientação : Prof. Dr. Milton Jarbas Rodrigues, UFCA - Universidade Federal do Cariri."

1. Custos da qualidade. 2. Competitividade. 3. Energias renováveis. I. Título

21. ed. CDD 657.42

PAULO IMPERIANO DOS SANTOS NETO

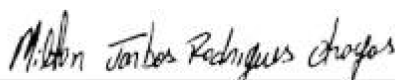
**ESTUDO DOS CUSTOS DA QUALIDADE NAS MAIORES EMPRESAS DO SETOR  
DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso (Artigo) apresentado à Coordenação do Curso de Pós – Graduação em Contabilidade e Gestão de Negócios da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em 2025. Trabalho de conclusão de curso.

**Área de concentração:** Gestão Estratégica de Custos

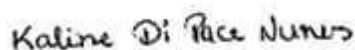
Aprovado em: 08/08/2025

**BANCA EXAMINADORA**



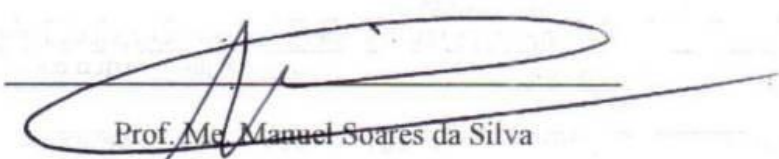
Prof. Dr. Milton Jarbas Rodrigues (Orientador)

Universidade Federal do Cariri (UFCA)



Prof<sup>a</sup>. Ma. Kaline Di Pace Nunes

Universidade Federal da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Manuel Soares da Silva

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

## LISTA DE TABELAS

|            |                                                          |    |
|------------|----------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – | Classificação e categorias de custos com qualidade ..... | 10 |
| Tabela 2 – | Custos da Prevenção .....                                | 14 |
| Tabela 3 – | Custos de Avaliação .....                                | 15 |
| Tabela 4 – | Custos de Falhas Internas .....                          | 16 |
| Tabela 5 – | Custos com Falhas Externas .....                         | 17 |

## **LISTA DE SIGLAS**

|         |                                                     |
|---------|-----------------------------------------------------|
| ABSOLAR | Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica |
| CDQ     | Custos da Qualidade                                 |
| EPE     | Empresa de Pesquisa Energética                      |
| MME     | Ministério de Minas e Energia                       |

## SUMÁRIO

|            |                                                          |           |
|------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                  | <b>5</b>  |
| <b>2</b>   | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>                       | <b>6</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Indústria de energia fotovoltaica no Brasil .....</b> | <b>6</b>  |
| <b>2.2</b> | <b>Conceitos de custos da qualidade .....</b>            | <b>7</b>  |
| <b>2.3</b> | <b>Categorias dos custos da qualidade .....</b>          | <b>8</b>  |
| <b>2.4</b> | <b>Estudos relacionados ao tema .....</b>                | <b>11</b> |
| <b>3</b>   | <b>METODOLOGIA .....</b>                                 | <b>12</b> |
| <b>4</b>   | <b>ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>                       | <b>13</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Custos de Prevenção .....</b>                         | <b>13</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Custos de Avaliação .....</b>                         | <b>14</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Custos de Falhas Internas .....</b>                   | <b>15</b> |
| <b>4.4</b> | <b>Custos de Falhas Externas .....</b>                   | <b>16</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                        | <b>17</b> |
| <b>6</b>   | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                  | <b>18</b> |

# **ESTUDO DOS CUSTOS DA QUALIDADE NAS MAIORES EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

**Paulo Imperiano dos Santos Neto<sup>1</sup>**

**Milton Jarbas Rodrigues<sup>2</sup>**

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo analisar a gestão estratégica dos custos da qualidade nas maiores empresas do setor de energia solar no Brasil, como WEG, Neoenergia e Equatorial Energia. Analisando os relatórios de sustentabilidade dos anos de 2022 a 2024 dessas três empresas e, assim, como elas esperam introduzir estratégias competitivas inovadoras. O estudo aborda custos preventivos, custos de avaliação, custos de falhas internas e custos de falhas externas, levando em consideração que a energia solar desempenha um papel importante em termos de proteção ambiental, bem como na economia nacional e nos níveis de emprego. Conclui-se que uma gestão eficiente dos custos de qualidade é essencial para perdurar na indústria de geração de energia solar.

**Palavras Chaves:** Custos da qualidade; Competitividade; Energias renováveis.

This article aims to analyze the strategic management of quality costs at the largest companies in the solar energy sector in Brazil, such as WEG, Neoenergia, and Equatorial Energia. It analyzes the sustainability reports for the years 2022 to 2024 of these three companies and, thus, how they expect to implement innovative competitive strategies. The study addresses preventive costs, appraisal costs, internal failure costs, and external failure costs, considering that solar energy plays an important role in terms of environmental protection, as well as in the national economy and employment levels. It concludes that efficient quality cost management is essential for the solar power generation industry to survive.

**Key words:** Cost of quality; Competitiveness; Renewable Energy

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da energia solar no Brasil posiciona-a como uma das principais alternativas para geração de eletricidade, segundo a ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica), que confirma que a tecnologia solar alcançou a segunda colocação na matriz elétrica nacional, atrás apenas da energia hidrelétrica, com participação de aproximadamente 22 % impulsionado pelo potencial de alta exposição solar do país, incentivos legais e pela busca de soluções sustentáveis por parte de empresas e consumidores. O clima tropical, com forte incidência solar ao longo do ano em diversos estados, aliado à necessidade de redução de custos e preocupação ambiental, consolida esse movimento. Segundo dados da ABSOLAR (2024), o país já atingiu 53 GW de capacidade instalada, o que representa aproximadamente 2,8 % da capacidade solar global (considerando cerca de 1 858 GW instalados mundialmente em 2024).

A gestão de custos é o processo contínuo de planejamento, controle, monitoramento e otimização de todas as despesas de uma organização. O objetivo da gestão de custos é a eficiência na utilização dos recursos financeiros, garantindo que custos como matéria-prima, mão de obra, energia e investimentos permaneçam sempre dentro dos limites planejados originalmente, sem comprometer de qualquer forma a qualidade ou o efeito.

Conforme definem Kaplan e Atkinson (1998), é a análise estratégica da relação custo-benefício, identificando desperdícios e alocando recursos para aumentar a rentabilidade. Isso significa descobrir onde o dinheiro é gasto, examinar a relação entre custos e benefícios, eliminar desperdícios e usar recursos de forma estratégica, podendo aumentar o fluxo de caixa, mas também tornar as empresas lucrativas de forma sustentável.

Contudo, a expansão acelerada traz desafios significativos, como a manutenção da qualidade operacional, eficiência e controle de custos. Nesse contexto, a gestão de custos da qualidade (CDQ) surge como estratégia essencial para garantir competitividade, englobando investimentos e perdas relacionados à prevenção, avaliação e correção de falhas, conforme modelos de Crosby (1979) e Juran (1999). Uma gestão eficaz não apenas reduz desperdícios e melhorar processos, mas também protege resultados financeiros e eleva a satisfação dos clientes.

Em um mercado ainda em ascensão, manter padrões de excelência torna-se crucial diante da concorrência e das exigências dos consumidores. A gestão de CDQ permite identificar e controlar custos sem comprometer a qualidade, assegurando a saúde financeira das empresas. Este trabalho visa explorar estratégias de gestão de custos da qualidade adotadas por empresas líderes do setor solar no Brasil, analisando métodos, desafios e como transformar esses custos em resultados que promovam a excelência nos serviços ofertados.

A partir do contexto apresentado anteriormente e sua importância, foi considerado o questionamento sobre como empresas líderes do setor de energia solar do Brasil gerenciam os custos relacionados com a qualidade e de que forma suas práticas impactam na sua competitividade e sustentabilidade?

No objetivo de entender e responder o questionamento, este trabalho possui como objetivo analisar como as empresas líderes no setor de energia solar no Brasil gerenciam os custos relacionados com a qualidade, englobando as categorias de prevenção, avaliação, falhas internas e externas, e a partir disso identificar e comparar práticas adotadas entre as mesmas e o seu reflexo na capacidade de competir e sustentabilidade organizacional.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Indústria de energia fotovoltaica no Brasil**

Com base nos dados da indústria fotovoltaica no Brasil tem experimentado um crescimento exponencial na última década, impulsionada pelo alto potencial solar do país. A ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica) relata que em 2024, o país atingiu a marca de 53 GW de capacidade instalada de energia solar, onde em comparação ao ano anterior houve um aumento de 18 GW, no ano de 2023 a capacidade mensurada foi de 35 GW de capacidade instalada, esse crescimento em anos anteriores já era consideravelmente notável, visto que, em 2018, a capacidade total era inferior a 2 GW (ABSOLAR, 2024).

O ranking analisa o produzido por grandes usinas (geração centralizada) que são construídas em locais estratégicos como áreas remotas, desertos e áreas rurais, e que possuem uma boa incidência de luz solar sendo assim uma importante fonte de energia limpa e renovável. E o ranking também leva em consideração sistemas de menor porte (geração distribuída) em operação, que é a instalação de geradores solares em unidades consumidoras, como residências e telhados comerciais. A energia solar já responde por mais de 8% da matriz elétrica nacional, ultrapassando termelétricas a carvão e nuclear (EPE, 2023).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) é uma instituição pública federal do Brasil que trabalha em parceria com o Ministério de Minas e Energia (MME). Sua principal função é desenvolver estudos e análises para orientar o planejamento estratégico do setor energético nacional. A mesma divulgou em mais recente Plano Decenal de Expansão e Energia (PDE 2034), possui uma análise para os próximos 10 anos, considerando a inicialização no ano de 2024 e estendendo o seu planejamento estratégico até o ano de 2034 prevendo a ampliação de usinas solares fotovoltaicas, especialmente no Nordeste, região com alta irradiação.

Para ajudar a incentivar o setor de energia fotovoltaica no país, existe a Lei 14.300/2022, buscando equilibrar o crescimento da energia solar com a sustentabilidade financeira do sistema elétrico, oferecendo segurança jurídica aos investidores e incentivando a transição energética, mesmo com custos adicionais progressivos para novos usuários. Segundo a ABSOLAR mais de 1,5 milhão de casas, comércios e indústrias já têm painéis solares instalados, aproveitando benefícios criados pela Lei 14.300/2022 que estabeleceu regras de transição para a taxa sobre a injeção de excedentes de energias que são injetados de volta na rede e também com a redução e isenção do ICMS, incentivando ainda mais a adesão por unidades de geração distribuída no país.

## 2.2 Conceitos de custos da qualidade

A gestão de custos relacionados com a qualidade tiveram as suas primeiras discussões e estudos para se tornar uma estratégia gerencial por autores como Philip Crosby e Joseph M. De acordo com Crosby (1997), trata os custos com a qualidade, um investimento que vai garantir que sejam evitados gastos com reparos, retrabalhos e perdas de reputação, práticas que podem gerar uma vantagem competitiva resultado em um melhor resultado financeiro para a empresa.

Para Juran (1999), na sua obra “Quality Control Handbook”, custos relacionados com a qualidade são tidos como necessários para que se tenha a garantia de que produtos ou serviços atendam os requisitos estabelecidos a sua qualidade, bem como analisar e prevenir prejuízos relacionados com as suas falhas. Dessa forma, o autor trata o assunto sobre o aspecto de planejamento, controle e melhoria da qualidade, destacando a necessidade de envolver todos os colaboradores pela busca da qualidade e satisfação do cliente, dessa forma garantindo uma melhor competitividade para a empresa perante o mercado.

Outros autores destacam a importância de que melhorar a qualidade de produtos e serviços passou a ser para os gestores um desafio crucial: elevar a qualidade de produtos e serviços sem perder de vista a redução de custos e o corte de desperdícios na produção. Como definem os custos da qualidade como *"despesas vinculadas à prevenção, avaliação e correção de não conformidades, além de perdas geradas por falhas internas ou externas"* (LUZ et al., 2015, p. 5). Essa visão alinha-se aos clássicos da área, como Juran e Feigenbaum, mas com ênfase nas particularidades em seu estudo realizado. Onde segundo o mesmo contribui com a informação de que *"A eliminação de desperdício está intimamente associada à questão da qualidade. Através da redução desses gastos, a empresa pode gerar recursos para alavancar seu sistema de melhoria da qualidade"* (ROBLES JUNIOR, 1996, citado por LUZ et al., 2015, p. 2).

Os autores destacam que, no contexto da construção civil, contribuem para que os custos

da qualidade sejam considerados amplificados pela complexidade do processo produtivo, envolvendo a Heterogeneidade de materiais e agentes, geração de resíduos e impactos ambientais e sociais. Como afirmam em *"O combate ao desperdício pode ser considerado um dos principais indicadores dos custos da não qualidade para as empresas do setor"* (LUZ et al., 2015, p. 2).

*"Emerging research links quality-related costs to sustainability, arguing that reducing waste (a failure cost) aligns with environmental goals, creating synergies between quality management and green practices."* Sousa, R., & Voss, C. A. (2002, p 91-109).

Ainda de acordo com outros autores, CAMPOS, G. R (2020), destaca que os custos da qualidade compreendem todos os gastos incorridos pela empresa no período, visando evitar a ocorrência de falhas durante o processo de produção, além dos gastos com avaliação da qualidade dos produtos e ou serviços produzidos, bem como os gastos incorridos para correção das falhas, internas ou externas ao ambiente da empresa.

*"The traditional Cost of Quality (COQ) model categorizes quality costs into four main groups: prevention costs, appraisal costs, internal failure costs, and external failure costs. These categories help organizations identify areas where investments in quality can reduce long-term losses."* SCHIFFAUEROVA e THOMSON (2006, p. 647-669).

A classificação feita por Schiffauerova e Thomson (2006) é fundamental para entender como que os custos com qualidade se distribuem dentro das organizações. Ao segmentar os custos em categorias específicas, o modelo facilita a identificação de áreas críticas, permitindo que as empresas direcionem investimentos de forma estratégica para evitar perdas futuras e melhorar o desempenho operacional.

## **2.3 Categorias dos custos da qualidade**

Nesta parte da pesquisa será realizada uma classificação e diferenciação relacionada aos diferentes tipos de custos relacionados com a qualidade, onde o embasamento teórico será importante para a compreensão e realizar o mesmo procedimento de diferenciação com os dados

coletados através dos relatórios de sustentabilidade publicados pelas empresas.

Estudos clássicos sobre custos da qualidade abordam que existem quatro primordiais categorias (FEIGENBAUM, 1991; JURAN, 1990), essas categorias dos custos da qualidade são constituídas pelos componentes que incluem os custos de prevenção; de avaliação; e de falhas internas e externas, para evitar desperdícios e aprimorar a eficácia operacional.

**Prevenção:** Gastos com treinamento, planejamento e manutenção preventiva.

Equivalem aos gastos destinados a evitar os defeitos ocorram antes que eles cheguem a acontecer. O conceito de Juran (1990) contribui para que o investimento em prevenção possibilitam reduzir significativamente as falhas futuras, onde diz que "*custos de prevenção são a base para a construção de uma cultura de qualidade proativa, não reativa*". Feigenbaum (1991) enfatiza que essa categoria envolve atividades e práticas de treinamento com o pessoal, planejamento de processos, desenvolvimento de sistemas de qualidade e manutenção preventiva.

O que são realizados nas organizações são as implementações de metodologias, padronizações de processos e adoção de normas como a ISO 9001.

**Avaliação:** Despesas em inspeções, testes e auditorias para garantir conformidade.

São diretamente relacionadas com práticas e atividades de medição e monitoramento da qualidade, assegurando que os produtos ou serviços atendam aos requisitos estabelecidos. Conforme Juran (1990) ressalta que, apesar de necessários, os custos com a avaliação podem ser otimizados por meio de automação e amostragem estatística. Feigenbaum (1991) ressalta que, os custos vão envolver rotinas de inspeções, testes, auditorias internas e calibração de equipamentos.

**Falhas internas:** Retrabalho, sucata e análises de causas de defeitos identificados antes da entrega.

Acontece diretamente quando os defeitos do produto ou serviço são identificados antes da entrega ao cliente, dessa forma gerando o retrabalho, descarte de materiais ou interrompimentos na produção. Juran (1990) informa que a esse ponto, há situações de empresas que enfrentam grandes perdas devido a "*processos mal desenhados ou falta de capacitação técnica*". Feigenbaum (1991) alerta para que altos custos de falhas internas indicam ineficiências no sistema de prevenção e avaliação.

**Falhas externas:** Recall, garantias e danos à reputação devido a defeitos detectados pelo cliente.

Envolvendo defeitos identificados após a entrega ao cliente, ou seja, o próprio cliente que identifica os defeitos, é considerado mais crítico por envolver perda de reputação e até mesmo ações judiciais, como também acarretando recalls e prejuízos. Juran (1990) afirma que *"o impacto de uma falha externa vai além do custo direto; ele mina a confiança do cliente, que é difícil e dispendiosa de reconstruir"*. e Feigenbaum (1991) argumenta que essas falhas representam não apenas custos financeiros, mas também danos intangíveis à imagem da marca. Essas quatro dimensões apresentam a existência de custos preventivos, onde são associados com a antecipação para que seja eliminado a chance de riscos, essas prevenções podemos relacionar com capacitação de equipes, prevenção, manutenção preventiva como também outras práticas. Já para falhas internas, identificadas durante a produção, como correção de produtos, descarte de itens irregulares e interrupções para ajustes. Por fim para falhas externas, incluindo recalls, reparos sob garantia, danos à credibilidade e imagem do produto e empresa. Esse equilíbrio entre investimento inicial em qualidade e mitigação de riscos futuros, estratégia que não apenas reduz custos totais, mas também fortalece a posição competitiva da organização (JURAN, 1999; CROSBY, 1979).

Vários clássicos na gestão de qualidade oferecem uma contribuição valiosa para a compreensão das classificações de custos de qualidade. Juran (1990, 1999) destacou que os custos de prevenção constituem a construção de uma cultura proativa do trabalho fundamental a ser feito tanto para evitar falhas futuras. Crosby (1979) reitera que, gastando um pouco mais no início, o investimento em qualidade se mostrará mais barato do que converter saídas ruins em boas. Além disso, Feigenbaum (1991) enfatiza a necessidade de sistematização e padronização de processos; as contribuições de custos são divididas entre prevenção, avaliação, falha interna e falha externa. Ele se concentra no controle de qualidade total. Essa visão é apoiada por Schiffauerova e Thomson (2006), que dividem os custos em quatro categorias como uma estrutura básica, enquanto destacam que a boa gestão de custos está intimamente ligada à conduta eficaz das organizações e sua capacidade de prosperar.

Tabela 1: Classificação e categorias de custos com qualidade

| Categoria de Custo | Autores                                                         |                                                             |                                                                |                                                            |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                    | Juran (1990/1999)                                               | Crosby (1979)                                               | Feigenbaum (1991)                                              | Schiffauerova & Thomson (2006)                             |
| <b>Prevenção</b>   | Custos que evitam falhas futuras; base da cultura da qualidade. | Investimento para evitar retrabalhos e perdas de reputação. | Envolve treinamento, padronização e planejamento de qualidade. | Inclui planejamento, treinamento e auditorias preventivas. |

|                        |                                                                             |                                                            |                                                                 |                                                                 |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Avaliação</b>       | Medição e monitoramento da conformidade; pode ser otimizado com amostragem. | Importante, mas não substitui a prevenção.                 | Auditorias, testes e inspeções sistemáticas.                    | Testes, inspeções e monitoramento contínuo da qualidade.        |
| <b>Falhas Internas</b> | Custos de defeitos antes da entrega; apontam falhas nos processos.          | Consequência de não se investir o suficiente na prevenção. | Indicam ineficiência nos controles; causam retrabalho e perdas. | Retrabalho, refugos, interrupções e falhas em processos.        |
| <b>Falhas Externas</b> | Mais críticas: prejudicam a imagem e a confiança do cliente.                | Geram danos intangíveis (como perda de mercado).           | Incluem recall, garantias e perdas financeiras.                 | Reclamações, devoluções, perdas de clientes, danos à reputação. |

**Fonte:** Crosby 1979; Juran 1990; Feigenbaum 1991; Shiffauerova & Thomson 2006.

Apesar de suas abordagens diferentes, os autores concordam que o equilíbrio entre os gastos com prevenção e a redução de falhas é de vital importância para a competitividade de suas respectivas empresas.

## 2.4 Estudos relacionados ao tema

Foi realizado uma busca por estudos relacionados com o tema através de plataformas de bibliotecas virtuais, como o periódicos capes a fim de encontrar através de conteúdos científicos e acadêmicos, materiais relevantes que ajudassem na estruturação, embasamento teórico e contribuição com o tema em estudo. A busca foi realizada em produções entre os anos de 2020 e 2025 sobre o assunto relacionado a gestão de custos com a qualidade, setor energético brasileiro e energia fotovoltaica.

Os critérios de seleção priorizaram artigos com aplicação prática, revisões sistemáticas ou estudos de caso em contextos organizacionais semelhantes ao do presente trabalho. Alguns dos trabalhos encontrados contribui com o embasamento teórico clássico sobre o tema como o autor destaca sobre “A qualidade da gestão pode ser percebida pelos gestores ao se analisar a satisfação dos usuários dos serviços, o valor público gerado à sociedade [...] e a economicidade para avaliar o custo do serviço e resultado gerado” (SOARES; ROSA; ZONATTO, 2020, p. 14).

Vemos também a afirmativa sobre a importância da realização de mensurar e compreender sobre os custos com a qualidade no setor do petróleo, outro autor em seus estudos concluiu sobre a importância de uma análise detalhada dos custos de qualidade permite uma avaliação mais precisa do retorno sobre o investimento em manutenção preventiva versus corretiva” (SANTOS et al., 2025, p. 12).

Em estudos sobre o setor fotovoltaico encontramos algumas contribuições que reforçam a importância dessa mensuração da qualidade no setor, como o autor relata que “A utilização estratégica das ferramentas da qualidade facilita o percurso em busca de soluções para problemas enfrentados pelas empresas” (GOMES, 2023, p. 20). E podendo até identificar algumas situações da teoria relacionada com a prática, em relação a falhas internas, “A presença da falha no funcionamento do sistema fotovoltaico contribui para o desgaste dos funcionários do setor, retrabalho e aumento dos custos para a empresa” (GOMES, 2023, p. 16).

### **3. METODOLOGIA**

Este estudo adotou uma abordagem descritiva para analisar os custos da qualidade (prevenção, avaliação, falhas internas e externas) em empresas do setor de energia solar no Brasil. A presente pesquisa será conduzida, através de uma abordagem qualitativa, de caráter descritivo, com base em uma análise documental por meio da análise de dados disponibilizados publicamente pelas empresas, com foco em relatórios financeiros de sustentabilidade de forma comparativa as empresas do setor de energia e tecnologia industrial, buscando compreender de que forma os custos da qualidade impactam o desempenho organizacional de empresas que atuam na geração, distribuição ou apoio tecnológico à energia elétrica no Brasil.

O presente estudo analisa dados publicados em relatórios anuais de sustentabilidade das empresas WEG, Neoenergia e Equatorial Energia nos anos de 2022 a 2024, período que captura e escolha das empresas foram feitas com base em sua representatividade no mercado nacional e também por suas disponibilidade de informações recentes e dinâmicas do setor. As empresas que foram selecionadas são verdadeiras referências no mercado brasileiro de energia solar, aquelas com transparência suficiente em seus dados públicos para permitir uma análise consistente. Para isso, através de alguns documentos específicos como relatórios de sustentabilidade anuais, apresentações corporativas e métricas divulgadas diretamente em seus sites oficiais.

A análise foi fundamentada no modelo clássico de Custos da Qualidade, dividido nas seguintes categorias: custos de prevenção, custos de avaliação, custos de falhas internas e custos de falhas externas (JURAN, 1990; FEIGENBAUM, 1991; CROSBY, 1979).

Os dados foram organizados usando análise de conteúdo temática, alinhada aos conceitos teóricos apresentados neste trabalho. Essa abordagem ajuda a mapear como os diferentes custos da qualidade aparecem, com que frequência e quais características assumem em cada caso. Sempre que os dados permitirem, compararemos numericamente as práticas entre as empresas - um exercício valioso para entender como essas estratégias impulsionam tanto a competitividade quanto a sustentabilidade dos negócios.

Foi optado por uma metodologia qualitativa porque, mais do que números, busca-se compreender os significados por trás das escolhas das empresas. É a interpretação dos contextos que revelará o verdadeiro impacto dessas práticas adotadas pelas empresas.

De acordo o autor Lakatos (2006) abordagens de cunho qualitativas são baseadas na presença ou ausência de alguma qualidade ou característica, e também na classificação de tipos diferentes de dada propriedade. Sobre a pesquisa bibliográfica, ainda segundo o mesmo autor, tem como sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas quer gravadas.

O trabalho possui uma investigação exploratória e ao mesmo tempo descritiva. O viés exploratório faz sentido porque ainda sabemos pouco sobre gestão da qualidade no setor solar brasileiro, realidade que pede uma investigação mais aprofundada, como defende Gil (2017). Já o caráter descritivo aparece quando mapeamos as estratégias das empresas sem interferir, limitando-nos a sistematizar o que os dados revelam, nos moldes propostos por Vergara (2016). Essa dupla perspectiva nos permite traçar um retrato mais fiel de como a qualidade é gerida nesse mercado.

## **4. ANÁLISE DE RESULTADOS**

Nesta seção do trabalho tem como objetivo realizar uma análise integrada das práticas voltadas à qualidade e seus respectivos impactos nos resultados operacionais e financeiros de três empresas do setor de energia. Para isso, foram analisadas as informações extraídas dos Relatórios de Sustentabilidade e Relatórios Anuais Integrados das empresas Equatorial Energia, Neoenergia e WEG, com foco nos custos da qualidade e suas categorias: prevenção, avaliação, falhas internas e falhas externas.

### **4.1 Custos de Prevenção**

Nas publicações das empresas que analisamos, é possível encontrar iniciativas concretas para evitar falhas. Treinamentos técnicos regulares, certificação rigorosa de fornecedores, aportes em inovação e manutenção preventiva de máquinas são alguns exemplos. A Weg destaca por exemplo, em seu relatório de sustentabilidade, o investimento contínuo em capacitação dos colaboradores e em programas de melhoria contínua baseados no sistema Lean Six Sigma. Já a Neoenergia mira no planejamento de processos e qualidade operacional - estratégia clara para prevenir erros nas etapas de engenharia e execução. Enquanto isso, a Equatorial Energia aposta em padronização e sistemas de controle alinhados à ISO 9001, como revelam seus documentos

institucionais.Fonte: Relatórios trimestrais (2021, 2023, 2024).

Tabela 2: Custos da Prevenção

| Empresa            | Ações Identificadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Fontes                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| WEG                | Investimento em trilhas de treinamento e programas como QPOP (Qualificação Profissional para Operadores de Produção), QPET (Qualificação Profissional para Engenheiros e Tecnólogos) e Six Sigma.<br><br>Investimento em treinamentos (mais de 4 milhões de horas em 2023); Programas de qualidade e inovação.<br><br>Valoriza parcerias de longo prazo com fornecedores que adotam práticas socioambientais responsáveis. Essa abordagem estratégica promove estabilidade, ganhos de escala e economia. | WEG 2023, p. 138, p.156     |
| Neoenergia         | A empresa mantém e atualiza certificações ISO 9001 (qualidade), ISO 14001 (meio ambiente) e ISO 45001 (segurança e saúde ocupacional), como parte da padronização e prevenção de não conformidades.<br><br>Programas de capacitação (Escolas de Eletricistas); Metas ESG com foco em qualidade e prevenção.                                                                                                                                                                                              | Neoenergia 2022, p.3, p. 52 |
| Equatorial Energia | Otimização de infraestrutura e segurança operacional nas distribuidoras.<br><br>Programas de segurança operacional e investimentos em infraestrutura para minimizar riscos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Equatorial 2024, p. 30      |

**Fonte:** Relatórios de sustentabilidade anuais das empresas WEG, Neoenergia e Equatorial Energia (2022, 2023 e 2024)

De acordo com a tabela, todas as três empresas estudadas gastam dinheiro em ações preventivas na qualidade, incluindo treinamento e certificações de funcionários. Mais notáveis são as Escolas de Eletricistas na Neoenergia, onde há uma grande quantidade de treinamento. A WEG utiliza sistemas de gestão da qualidade para integração, enquanto a Equatorial parece ser aberta sobre a estratégia, mas não divulga muitas informações especificamente sobre este aspecto. Este investimento destaca a importância da prevenção como uma estratégia para reduzir falhas e aumentar a eficiência na produção.

4.2 Custos de Avaliação

Nesta categoria de custos, encontramos medidas como auditorias periódicas internas, inspeções de rotina, testes rigorosos em componentes e controle estatístico de processos. Sobre esse custo, a Weg em seus relatórios e documentos detalham indicadores de conformidade e

programas específicos para avaliar fornecedores. Já a Neoenergia realiza auditorias constantes para manter o alinhamento técnico e regulatório. De outro lado, a Equatorial Energia mantém sistemas dedicados de inspeção de rede e verificação de padrões de qualidade.

Tabela 3: Custos de Avaliação

| Empresa            | Ações Identificadas                                                                                                                                                                                                    | Fontes                 |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| WEG                | Auditorias anuais e certificações ISO 14001 implantadas nas unidades fabris.<br><br>Monitoramento contínuo de conformidade; Auditorias internas; Certificações ISO.                                                    | WEG 2023, p. 145       |
| Neoenergia         | Uso de sensores inteligentes e monitoramento para reduzir perdas e avaliar qualidade da rede.<br><br>Avaliação contínua de desempenho de serviços e projetos; Indicadores regulatórios ANEEL.                          | Neoenergia 2022, p. 64 |
| Equatorial Energia | Monitoramento da rede com OMS e SGM, melhorando a confiabilidade e avaliando riscos operacionais.<br><br>Monitoramento técnico da rede; Planos de contingência e centros de operação reforçados após eventos extremos. | Equatorial 2024, p. 30 |

**Fonte:** Fonte: Relatórios de sustentabilidade anuais das empresas WEG, Neoenergia e Equatorial Energia (2022, 2023 e 2024).

A partir dos dados apresentados na tabela, pode-se ver que todas as empresas em nosso estudo realizam trabalhos de avaliação relacionados à qualidade. Isso inclui auditorias, inspeções e monitoramento de indicadores. A Neoenergia apresenta destaque com o uso de sensores inteligentes e acompanhamento constante da rede elétrica, além de auditorias integradas aos sistemas de gestão certificados. A WEG mantém forte controle por meio de normas ISO e acompanhamento técnico. Já a Equatorial demonstra ações avaliativas mais pontuais.

4.3 Custos de Falhas Internas

Quando os custos são falhas capturadas antes de chegar ao cliente, as empresas revelam números expressivos de retrabalho, perdas na operação e desvios internos. A Weg, por exemplo,

monitora indicadores de defeitos por lote e estabelece metas agressivas para redução contínua de falhas. A Neoenergia toca programas específicos para enxugar perdas técnicas na distribuição de energia. Já a Equatorial aposta em iniciativas de aprimoramento operacional, todas de olho nos desperdícios técnicos.

Tabela 4: Custos de Falhas Internas

| Empresa            | Ações Identificadas                                                                                                                                                                    | Fontes                 |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| WEG                | Programas de melhoria contínua, QPSS (Six Sigma), gestão de processos industriais.<br><br>Trabalhos preventivos para evitar retrabalho; Estratégias de melhoria contínua de processos. | WEG 2023, p. 167       |
| Neoenergia         | Programas de combate a perdas técnicas nas redes de distribuição e transmissão.<br><br>Programas de redução de perdas técnicas e operacionais; Plano de Segurança em Transmissão.      | Neoenergia 2023, p. 40 |
| Equatorial Energia | Projeto com IA para redução de perdas comerciais e operacionais.<br><br>Investimentos em modernização para redução de falhas internas; Gestão de riscos operacionais.                  | Equatorial 2024, p. 42 |

**Fonte:** Fonte: Relatórios de sustentabilidade anuais das empresas WEG, Neoenergia e Equatorial Energia (2023 e 2024).

Os resultados também listam ações corretivas internas como subprodutos das melhorias no índice corporativo. Atualmente, a Equatorial revela apenas detalhes limitados dos resultados, o que pode dificultar os esforços para encontrar locais de valor. A Evonik planeja fornecer mais treinamento sobre acidentes e incidentes de perda. Próximos passos: em resumo, temos muitos problemas sérios com a gestão de falhas internas que ainda precisam ser enfrentados em toda a indústria.

4.4 Custos de Falhas Externas

Quando os problemas chegam ao cliente, como reclamações, indenizações ou falhas no processo de pós-venda , os custos disparam. Curiosamente, esses são os gastos mais delicados e também os menos transparentes nos relatórios. A Weg pelo menos reconhece o termômetro: monitora satisfação e reclamações regularmente. Já a Neoenergia explica como compensar consumidores em falhas de distribuição. A Equatorial, por sua vez, destaca investimentos pesados

em canais de atendimento, tentando conter danos quando algo escapa.

Tabela 5: Custos com Falhas Externas

| Empresa            | Ações Identificadas                                                                                                                                                                                      | Fontes                 |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| WEG                | Monitoramento da satisfação do cliente e canais de denúncias operando 24/7.<br><br>Monitoramento da satisfação dos clientes e atendimento ágil de não conformidades; Canais de denúncias.                | WEG 2024, p. 5         |
| Neoenergia         | Prêmios de qualidade e estratégias para atendimento ao consumidor (ex: escolas de eletricitas).<br><br>Prêmios Abradee de qualidade; Reclamações analisadas em comitês de atendimento ao consumidor.     | Neoenergia 2023, p. 32 |
| Equatorial Energia | Atuação emergencial durante enchentes e investimentos sociais em comunidades afetadas.<br><br>Atendimento emergencial durante desastres (enchentes); Parcerias sociais para mitigar impacto à população. | Equatorial 2024, p. 19 |

**Fonte:** Fonte: Relatórios de sustentabilidade anuais das empresas WEG, Neoenergia e Equatorial Energia (2023 e 2024).

A análise de dados, mostrou que todas estas empresas, cada uma à sua maneira, entendem que gerir custos de qualidade é estratégico. Investimentos em prevenção e controle aparecem com clareza nos relatórios, já os gastos com falhas internas ou percebidas pelos clientes ainda recebem um sinal amarelo. Mesmo assim, descobrimos práticas maduras que reforçam tanto a competitividade quanto a sustentabilidade dessas organizações no mercado de energia solar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo investigar como as principais empresas de energia solar no Brasil, como WEG, Neoenergia e Equatorial Energia, estão gerenciando seus custos de qualidade, concentrando-se em categorias clássicas: prevenção, avaliação, falhas internas e defeitos externos. Como resultado da análise dos relatórios de sustentabilidade dessas empresas, foi revelado que estratégias de gestão que buscam não apenas reduzir custos, mas também melhorar a eficiência e a competitividade são geralmente aplicadas entre elas. Constatou-se que todas essas empresas dão grande ênfase às ações preventivas, como treinamento e certificação.

Atividades de inspeção, como auditorias e avaliações, foram reconhecidas como uma

maneira regular e crucial de garantir a qualidade. Enquanto isso, os custos ligados a defeitos internos e externos, embora apareçam com menos frequência no relatório, ainda permanecem problemas que precisam ser enfrentados, especialmente em vista das consequências financeiras (e relacionadas a riscos) envolvidas. O estudo confirma que o controle dos custos de qualidade é uma vantagem competitiva significativa. Em campos tão dinâmicos e inovadores como a energia fotovoltaica, são o processamento de dados e os sistemas de controle de processos que se mostram caminhos bem-sucedidos para a sustentabilidade econômica das empresas não apenas para padronizar seus próprios produtos, mas também para contrabalançar as flutuações do mercado.

Finalmente, é enfatizado o fato de que a realização desse tipo de análise pode servir para elevar o desempenho das empresas do setor, bem como introduzir políticas públicas e práticas regulatórias mais eficazes, promovendo assim o crescimento sustentável da matriz energética brasileira.

Como sugestão para pesquisas futuras, é sugerido a ampliação da análise por meio do estudo detalhado dos relatórios financeiros anuais das empresas, o que possibilitaria uma abordagem quantitativa mais precisa dos custos da qualidade. Essa investigação permitiria mensurar com maior exatidão os investimentos e impactos financeiros relacionados às ações de prevenção, avaliação e correção de falhas, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada da eficiência econômica dessas práticas no setor de energia solar.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, G. R. **Custos da qualidade: Um estudo junto às indústrias filiadas à associação comercial, industrial e agrícola de Umuarama - ACIU**. Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR, Umuarama, v. 21, n. 2, p. 199-215, jul./dez. 2020.

CROSBY, P. B. **Quality is Free: The Art of Making Quality Certain**. New York: McGraw-Hill, 1979.

DA SILVIEIRA SANTOS, Luan Victor et al. **Análise dos custos da qualidade na manutenção de plataformas de petróleo: O papel estratégico do business intelligence em um estudo de caso**. Latin American Journal of Energy Research, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2025.

FEIGENBAUM, A. V. **Total Quality Control**. 3ª ed. Nova York: McGraw-Hill, 1991.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

JURAN, J. M. **Juran's Quality Control Handbook**. 4ª ed. Nova York: McGraw-Hill, 1990.

JURAN, J. M. **Quality Control Handbook**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1999.

KAPLAN, R. S.; ATKINSON, A. A. **Advanced Management Accounting**. 3ª ed. Prentice Hall, 1998.

LUZ, J. R. M. F.; CAVALCANTE, P. R. N.; CARVALHO, J. R. M. **Aplicação da análise fatorial na identificação dos fatores de custos da qualidade das empresas do setor de construção civil de Campina Grande, PB**, 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa. Atlas**, 2006.

Schiffauerova, A., & Thomson, V. (2006). **A review of research on cost of quality models and best practices. International Journal of Quality & Reliability Management**, 23(6), 647-669.

SOARES, Cristiano Sausen; DA ROSA, Fabrícia Silva; ZONATTO, Vinícius Costa da Silva. **Reflexos do uso do sistema de custos na qualidade da gestão pública com base na percepção de gestores municipais de Santa Maria/RS**. Revista Catarinense da Ciência Contábil, v. 19, p. e3103, 2020.

Sousa, R., & Voss, C. A. (2002). Quality management re-visited: **A reflective review and agenda for future research. Journal of Operations Management**, 20(1), 91-109.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **USP sustentável e o compromisso com a transição energética**. Jornal da USP, 26 abr. 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/usp-sustentavel-e-o-compromisso-com-a-transicao-energetica/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 17. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

**Brasil é 6º colocado no ranking global de energia solar de 2024**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/brasil-e-6o-colocado-no-ranking-global-de-energia-solar-d-e-2024/#:~:text=O%20Brasil%20encerrou%202024%20na,posi%C3%A7%C3%A3o%20da%20lista%20de%202023>. Acesso em: 09 de abr. 2025.

**Plano Decenal de Expansão de Energia 2034**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2034>. Acesso em: 11 de abr. 2025.

**Quem somos, EPE (A empresa de Pesquisa Energética)**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/quem-somos>. Acesso em: 16 de abr. 2025.