



Assinado com Assinatura Eletrônica (Lei 14.063/2020 | Regulamento 910/2014/EC)
Hash SHA256 do original: 4f75dc59d2458b4c0425cb005592c0d9a5a4327f6607eeab71c8a162452f3f54
Link de validação: <https://valida.ae/820527303d4571c7f9edbd057957e87f6d17e3f307cfc5a>

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE**

**LUIZ GUSTAVO APARECIDO BUENO
ALEX SANDRO MARSOLA**

**A QUALIDADE NA ILUMINAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE
COUROS**

**LINS/SP
1º SEMESTRE/2026**



Validador



Assinado com Assinatura Eletrônica (Lei 14.063/2020 | Regulamento 910/2014/EC)
Hash SHA256 do original: 4f75dc59d2458b4c0425cb005592c0d9a5a4327f6607eeab71c8a162452f3f54
Link de validação: <https://valida.ae/820527303d4571c7f9edbd057957e87f6d17e3f307cfc5a>

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA QUALIDADE**

**LUIZ GUSTAVO APARECIDO BUENO
ALEX SANDRO MARSOLA**

A QUALIDADE NA ILUMINAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE COUROS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Tecnologia de Lins para a obtenção
do título de Tecnólogo em Gestão da Qualidade

Orientador: Prof. Me. Luiz Antonio Cabañas

**LINS/SP
1º SEMESTRE/2026**



Validador



Assinado com Assinatura Eletrônica (Lei 14.063/2020 | Regulamento 910/2014/EC)
Hash SHA256 do original: 4f75dc59d2458b4c0425cb005592c0d9a5a4327f6607eeab71c8a162452f3f54
Link de validação: <https://valida.ae/820527303d4571c7f9edbf057957e87f6d17e3f307cfc5a>

BUENO, Luiz Gustavo; MARSOLA, Alex Sandro.

A qualidade na iluminação para classificação de couros /
Luiz Gustavo Bueno, Alex Sandro Marsola. -- Lins, 2026.

38 f. : il., tabs.

Orientador: CABAÑAS, Luiz Antonio.

Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia
de Lins Professor Antonio Seabra, Lins, 2026.

Orientador: Luiz Antonio Cabañas.

1. Iluminação industrial. 2. Classificação de couros.
3. Inspeção visual. I. Título.

CDD –



Validador



Assinado com Assinatura Eletrônica (Lei 14.063/2020 | Regulamento 910/2014/EC)
Hash SHA256 do original: 4f75dc59d2458b4c0425cb005592c0d9a5a4327f6607eeab71c8a162452f3f54
Link de validação: <https://valida.ae/820527303d4571c7f9edbf057957e87f6d17e3f307cfc5a>

LUIZ GUSTAVO APARECIDO BUENO
ALEX SANDRO MARSOLA

A QUALIDADE NA ILUMINAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE COUROS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Lins como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão da Qualidade sob orientação do Prof. Me. Luiz Antonio Cabañas

Data de aprovação: ____ / ____ / ____

 
Assinado eletronicamente por
Luiz Antonio Cabañas
Data: 01/07/2026 15:54
#8b6827cd756211f1818d42010a2b6021

SIGNATÁRIO

Orientador

 
Assinado eletronicamente por
Fernando Augusto Garcia Muzzi
Data: 01/07/2026 15:33
#8b71e917756211f1818d42010a2b6021

SIGNATÁRIO

Examinador1

 
Assinado eletronicamente por
Maiko Galdino Arantes
Data: 01/07/2026 12:48
#8b7b2f2c756211f1818d42010a2b6021

SIGNATÁRIO

Examinador2

Validador





SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO	7
2 FUNDAMENTOS DA ILUMINAÇÃO 4 K NOS PROCESSOS DA QUALIDADE	8
2.1 A evolução da iluminação e da iluminância	8
2.2 Conceito de qualidade	8
3 A IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS	10
3.1 Iluminação aplicada à inspeção e classificação de couros	10
3.2 Importância da iluminação nos processos de classificação visual	10
4 NORMAS TÉCNICAS PARA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE INSPEÇÃO ...	11
4.1 Padrões de iluminância recomendados	11
4.2 Requisitos de qualidade da luz em inspeção visual	11
5 PARÂMETROS TÉCNICOS DA ILUMINAÇÃO	13
5.1 Iluminância (lux)	13
5.2 Índice de Reprodução de Cor (IRC)	13
6 INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO NA IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS NO COURO.....	15
6.1 Tipos de defeitos em couros	15
6.2 Impacto da iluminação na percepção visual.....	15
7 METODOLOGIA	17
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
8.1 Estudo de caso.....	19
8.2 Avaliação dos níveis de iluminação no setor	19
8.3 Impactos da iluminação na qualidade da classificação	19
8.4 Ferramenta 1 - Diagrama de Ishikawa	20
8.5 Ferramenta 2 - Técnica dos 5 Porquês	20
8.6 Ferramenta 3 - Plano de Ação 5W2H	21
8.7 Ferramenta 4 - Matriz GUT	22
8.8 Gráficos de comparações da iluminação.....	23
9 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE A – Questionário aplicado aos classificadores	31
APÊNDICE B – Tabelas de medição de iluminância	35



RESUMO

A classificação de couros no estágio Wet Blue constitui uma etapa crítica no controle de qualidade da indústria coureira, sendo predominantemente realizada por meio de inspeção visual, a qual apresenta elevado grau de subjetividade e dependência das condições ambientais. Dentre esses fatores, a iluminação destaca-se como variável determinante na acurácia da identificação de defeitos e na padronização dos critérios de avaliação. O presente estudo teve como objetivo analisar a influência dos parâmetros luminotécnicos: iluminância, índice de reprodução de cor IRC e uniformidade da luz no desempenho do processo de classificação de couros. A metodologia adotada caracterizou-se como um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa, conduzido em um curteume localizado no interior do estado de São Paulo. Foram utilizadas ferramentas da qualidade, como Diagrama de Ishikawa, Técnica dos 5 Porquês, Matriz GUT e 5W2H, para identificação de causas, priorização e estruturação de ações de melhoria. Os resultados evidenciaram que a substituição da iluminação fluorescente por sistema LED 4 K de alto IRC, associada ao controle da luz natural e à padronização do processo de inspeção, promoveu ganhos significativos, incluindo aumento da assertividade na classificação, redução de retrabalho, diminuição do índice de descarte e melhoria no aproveitamento da matéria-prima. Conclui-se que a padronização das condições de iluminação constitui um fator estratégico para a melhoria da confiabilidade, repetibilidade e eficiência dos processos de inspeção visual na indústria coureira.

Palavras-chave: Iluminação Industrial. Gestão da Qualidade. Couro Wet Blue. Inspeção Visual. Luminotécnica.



ABSTRACT

Leather classification at the Wet Blue stage represents a critical step in quality control within the leather industry, being predominantly performed through visual inspection, which involves a high level of subjectivity and strong dependence on environmental conditions. Among these factors, lighting stands out as a key variable influencing defect detection accuracy and the standardization of evaluation criteria. This study aimed to analyze the influence of lighting parameters illuminance, color rendering index (cri), and light uniformity on the performance of leather classification processes. The research was conducted as an applied case study, using both qualitative and quantitative approaches, in a tannery located in the countryside of São Paulo, Brazil. Quality management tools, including the Ishikawa Diagram, 5 Whys Technique, GUT Matrix, and 5W2H, were applied to identify root causes, prioritize issues, and structure improvement actions. The results demonstrated that replacing fluorescent lighting with a high-cri 4 K LED system, combined with natural light control and inspection process standardization, led to significant improvements, such as increased classification accuracy, reduced rework, lower rejection rates, and improved raw material utilization. It is concluded that the standardization of lighting conditions is a strategic factor for enhancing reliability, repeatability, and efficiency in visual inspection processes within the leather industry.

Keywords: Industrial lighting. Quality Management. Wet blue Leather. Visual Inspection. Lighting Engineering.



1 INTRODUÇÃO

A classificação do couro no estágio wet blue é uma etapa essencial no controle de qualidade da indústria coureira, sendo realizada principalmente por meio de inspeção visual. Nesse contexto, a iluminação exerce papel determinante na identificação de defeitos e na padronização da avaliação. Estudos indicam que a percepção visual humana depende diretamente da intensidade e da qualidade da luz, podendo níveis inadequados de iluminação comprometer a acuidade visual e aumentar a ocorrência de erros durante o processo de inspeção (REA, 2000).

Neste trabalho, foi identificada a importância da iluminação na inspeção visual de couros, evidenciando que condições inadequadas de iluminação podem comprometer a percepção visual dos classificadores, dificultando a identificação de defeitos e gerando inconsistências na classificação da qualidade do couro. Dessa forma, verifica-se que a adoção de sistemas de iluminação padronizados e tecnicamente adequados contribui significativamente para a melhoria da precisão das inspeções, redução de falhas e aumento da confiabilidade do processo produtivo.

Foram descritos os principais parâmetros técnicos da iluminação utilizados em ambientes de inspeção.

A adoção de um sistema de iluminação padronizado na etapa de classificação do couro justifica-se por diversos fatores que impactam diretamente a qualidade do processo produtivo, nos resultados da organização.





2 FUNDAMENTOS DA ILUMINAÇÃO NOS PROCESSOS DA QUALIDADE

2.1 A EVOLUÇÃO DA ILUMINAÇÃO E DA ILUMINÂNCIA

O estudo da iluminação aplicada às atividades humanas passou a se desenvolver de forma mais estruturada com o avanço da engenharia luminotécnica e da fotometria, áreas responsáveis por analisar a produção, a distribuição e a percepção da luz pelo olho humano. Dentro desse campo, um dos conceitos fundamentais é o de iluminância, medida em lux, que representa a quantidade de fluxo luminoso que incide sobre uma determinada superfície. Esse parâmetro passou a ser amplamente utilizado para definir níveis adequados de iluminação em ambientes de trabalho, especialmente em atividades que exigem maior precisão visual (IES, 2020).

Com o desenvolvimento das tecnologias de iluminação, principalmente após a introdução das lâmpadas fluorescentes e, posteriormente, da tecnologia LED, tornou-se possível controlar não apenas a intensidade da luz, mas também suas características cromáticas. Nesse contexto, passou a ser utilizada a iluminação 4 K, que define a luz emitida por uma fonte luminosa e influencia diretamente a percepção visual (SCHANDA, 2007).

A iluminação 4 K é considerada uma luz neutra que apresenta equilíbrio. Esse tipo de iluminação proporciona um bom conforto visual, característica importante para atividades que envolvem análise detalhada para a identificação de defeitos da matéria prima (CIE, 2018).

As normas técnicas internacionais estabelecem níveis adequados de iluminância para diferentes tipos de tarefas. Em atividades que envolvem classificação visual ou controle de qualidade, recomenda-se a utilização de níveis mais elevados de iluminância, pois isso contribui para melhorar a visualização de detalhes, reduzindo possíveis erros durante a avaliação dos materiais analisados (ABNT, 2013).

2.2 QUALIDADE DA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE TRABALHO

A qualidade da iluminação em ambientes de trabalho está relacionada à capacidade do sistema de iluminação de proporcionar boas condições de visibilidade, fidelidade na reprodução de cores e conforto visual durante a realização das atividades. Em tarefas que exigem observação detalhada, como processos de inspeção e análise de materiais, esses fatores tornam-se ainda mais relevantes.

Um dos principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da iluminação é a iluminância, medida em lux, que corresponde à quantidade de luz que incide sobre uma superfície. Níveis adequados de iluminância contribuem para melhorar a percepção de detalhes, contrastes e pequenas irregularidades nos objetos analisados. Quando a iluminação é insuficiente, a identificação dessas características pode se tornar mais difícil, além de aumentar o cansaço visual dos trabalhadores (ABNT, 2013).



Outro fator importante é a iluminação 4 K, que influencia diretamente na forma como os objetos são percebidos visualmente. A iluminação 4 K proporciona uma iluminação mais natural e confortável para o olho humano (SCHANDA, 2007).

Além desses aspectos, também se destaca o índice de reprodução de cor (IRC), que indica a capacidade de uma fonte luminosa reproduzir as cores dos objetos de forma fiel em comparação com a luz natural. Sistemas de iluminação 4 K que apresentam alto índice de reprodução de cor permitem que diferenças sutis de tonalidade sejam percebidas com maior precisão, o que é essencial em atividades que dependem da avaliação visual na matéria-prima (IES, 2011).





3 A IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS

3.1 ILUMINAÇÃO APLICADA À INSPEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE COUROS

A iluminação 4 K é frequentemente utilizada em ambientes de classificação industrial por fornecer uma luminância adequada, que facilita a visualização das características do material sem alterar significativamente a percepção dos defeitos. Estudos relacionados à avaliação visual do couro demonstram que o nível de iluminância influencia diretamente a percepção da aparência do material, sendo necessário controlar essa condição adequada para uma análise perfeita (YAN et al., 2022).

Além da temperatura de cor, o nível de iluminância também exerce influência sobre a qualidade da inspeção. Em experimentos realizados com produtos de couro, diferentes níveis de iluminância, como 750 lux e 1500 lux, foram utilizados para avaliar como a intensidade da luz interfere na classificação de defeitos. Os resultados indicaram que níveis adequados de iluminância contribuem para melhorar a visualização das características superficiais do couro e facilitar a identificação de imperfeições (YAN et al., 2022).

A iluminação exerce influência significativa sobre o desempenho visual e cognitivo, afetando diretamente a atenção, o tempo de resposta e a precisão em tarefas que exigem percepção detalhada, sendo um fator determinante em atividades de inspeção visual (SÁNCHEZ-LACAMBRA et al., 2024).

3.2 IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NOS PROCESSOS DE CLASSIFICAÇÃO VISUAL

Nos processos de classificação visual do couro, a iluminação desempenha um papel fundamental, pois permite que o classificador identifique variações de imperfeições e/ou defeitos na matéria prima. Como o couro apresenta características naturais e variações estruturais, mudanças nas condições de iluminação podem alterar a percepção visual do classificador, influenciando diretamente o resultado da avaliação.

Pesquisas sobre inspeção de superfícies também indicam que a configuração da iluminação pode influenciar a visibilidade de irregularidades. A intensidade da luz e o seu posicionamento no ambiente podem melhorar significativamente a identificação de defeitos durante processos de classificação visual (AGHAEI et al., 2020).

Além disso, estudos voltados para a análise de materiais mostram que diferentes condições de iluminação podem alterar a forma como os defeitos são percebidas durante avaliações visuais. Em materiais como o couro, variações na iluminação podem modificar a percepção das imperfeições, influenciando assim a avaliação da qualidade do produto (ZHANG et al., 2022).





4 NORMAS TÉCNICAS PARA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE INSPEÇÃO

4.1 PADRÕES DE ILUMINÂNCIA RECOMENDADOS

A iluminação em ambientes destinados à inspeção visual deve seguir normas técnicas que estabelecem níveis mínimos de iluminância para garantir que os trabalhadores consigam identificar detalhes, cores e possíveis defeitos nos materiais avaliados. Esses padrões são definidos para proporcionar condições visuais adequadas durante atividades que exigem atenção e precisão.

A norma (ISO 8995-1), que trata da iluminação em locais de trabalho internos, recomenda que tarefas de inspeção visual detalhadas sejam realizadas em ambientes com níveis de iluminância mais elevados em comparação com atividades comuns.

Segundo Boyce 2014, níveis mais altos de iluminância contribuem para melhorar o desempenho visual dos trabalhadores e reduzir erros durante atividades que exigem identificação de pequenos detalhes.

De forma semelhante, a norma brasileira ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 estabelece valores recomendados de iluminância para diferentes tipos de tarefas. Para atividades de inspeção visual, controle de qualidade e verificação de superfícies, os níveis de iluminância podem variar aproximadamente entre 1000 lux e 5000 lux, dependendo do grau de precisão exigido na tarefa (ABNT, 2013).

Além disso, a publicação CIE 117-995 ressalta que, além do nível de iluminância, fatores como a distribuição da luz, o controle de ofuscamento e a uniformidade da iluminação também são importantes para garantir boas condições visuais em ambientes de inspeção.

4.2 REQUISITOS DE QUALIDADE DA LUZ EM INSPEÇÃO VISUAL

Em atividades de inspeção visual, a qualidade da iluminação influencia diretamente a forma como os detalhes e as características das superfícies são percebidos pelo observador. Para que a análise seja eficiente, a iluminação deve proporcionar condições visuais que permitam distinguir contrastes e irregularidades presentes no material analisado (ABNT, 2013).

De acordo com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, ambientes destinados a tarefas que exigem observação detalhada devem possuir iluminação adequada em termos de intensidade luminosa, distribuição uniforme da luz e controle de ofuscamento. Esses elementos são considerados essenciais para garantir boas condições visuais durante atividades de inspeção e verificação da qualidade (ABNT, 2013).

Conforme explica Boyce 2014, outro fator importante é a capacidade da fonte de luz reproduzir corretamente a iluminação diretamente nos objetos observados. Fontes luminosas com alto índice de reprodução permitem que diferenças sutis de imperfeição sejam percebidas com maior precisão, o que é especialmente relevante em processos de avaliação visual de materiais.





REA 2000 destaca ainda que a uniformidade da iluminação no ambiente contribui para evitar sombras ou áreas excessivamente iluminadas que possam interferir na análise visual. Sistemas de iluminação bem distribuídos favorecem o desempenho visual e facilitam a identificação de pequenos defeitos durante atividades de inspeção.

Portanto, garantir a qualidade da iluminação em ambientes de inspeção visual envolve considerar fatores como níveis adequados de iluminância, boa reprodução de luz e controle de ofuscamento, condições estas que auxiliam na realização de avaliações mais precisas e confiáveis.



5 PARÂMETROS TÉCNICOS DA ILUMINAÇÃO

5.1 ILUMINÂNCIA LUX

A iluminância é definida como o fluxo luminoso incidente por unidade de área, sendo expressa em lux. Trata-se de um dos principais parâmetros para avaliação da qualidade da iluminação em ambientes de trabalho, pois está diretamente relacionada à capacidade do olho humano de distinguir detalhes e contrastes (CIE, 2019).

Em curtumes, particularmente na etapa de classificação do couro, a iluminância adequada permite a visualização de defeitos superficiais, como cicatrizes, marcas de parasitas, falhas de curtimento e variações na coloração. A deficiência de iluminação pode levar à subavaliação, ou seja, à uma avaliação inferior desses aspectos, enquanto níveis excessivos podem gerar ofuscamento e fadiga visual (IES, 2020).

De acordo com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, que trata da iluminação de ambientes de trabalho, atividades que exigem alto grau de precisão visual, como inspeções detalhadas, devem operar com níveis de iluminância entre 1000 lux e 1500 lux. Já para atividades gerais de produção, os valores recomendados situam-se entre 300 e 750 luxes (ABNT, 2013).

Além do nível de iluminância, a uniformidade da luz no ambiente é um fator crítico. A presença de sombras ou variações bruscas de intensidade luminosa pode interferir na percepção visual, comprometendo a confiabilidade da inspeção. A literatura técnica também destaca a importância do controle do ofuscamento, que pode reduzir a acuidade visual e aumentar o risco de erros operacionais (CIE, 2019).

5.2 ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR IRC

O índice de reprodução de cor (IRC), ou Color Rendering Index (CRI), é uma métrica utilizada para avaliar a capacidade de uma fonte luminosa de reproduzir fielmente as cores dos objetos em comparação com uma fonte de referência, geralmente a luz natural. Essa métrica é expressa em uma escala de 0 a 100, sendo que valores mais elevados indicam maior fidelidade cromática (CIE, 2019).

No contexto do couro Wet Blue, embora a coloração predominante seja azulada devido ao processo de curtimento ao cromo, variações sutis de tonalidade podem indicar diferenças na penetração do agente curtente ou irregularidades no processo produtivo. Dessa forma, o uso de fontes de luz com alto IRC é fundamental para garantir que essas variações sejam corretamente percebidas pelos inspetores (HOINVILLE, 1996).

Estudos na área de avaliação visual indicam que fontes luminosas com IRC inferior a 80 podem distorcer a percepção das cores, dificultando a identificação de defeitos e comprometendo a padronização da classificação. Por outro lado, valores de IRC iguais ou superiores a 90 são recomendados para atividades críticas de inspeção visual, pois proporcionam maior fidelidade na reprodução das cores (IES, 2020).



Além do IRC, a temperatura de cor correlata também influencia a percepção visual. Fontes com temperatura entre 4 K e 6500K são frequentemente indicadas para ambientes industriais de inspeção, por se aproximarem da luz natural e favorecerem a distinção de detalhes e contrastes (CIE, 2019).





6 INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO NA IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS NO COURO

6.1 TIPOS DE DEFEITOS EM COUROS

De acordo com Covington 2009, os defeitos podem ser classificados em três grandes grupos: defeitos naturais, defeitos de manejo e defeitos de processamento. Os defeitos naturais incluem cicatrizes, marcas de parasitas, rugas e variações estruturais da pele, sendo inerentes à vida do animal e, portanto, inevitáveis em certa medida. Já os defeitos de manejo estão associados a práticas inadequadas durante a criação, transporte ou abate, como cortes, perfurações e danos mecânicos. Por sua vez, os defeitos de processamento ocorrem durante as etapas industriais do curtimento e podem incluir manchas, enrugamentos, áreas mal curtidas, granulação irregular e falhas na penetração dos agentes químicos.

No estágio Wet Blue, esses defeitos tornam-se mais evidentes devido à estabilização da estrutura do colágeno promovida pelo curtimento ao cromo. Essa condição facilita a inspeção visual, mas também exige maior rigor técnico, pois pequenas variações podem impactar significativamente a classificação final do couro (BASF, 2018).

Outro aspecto importante é a influência da iluminação na detecção de contrastes. A capacidade de diferenciar pequenas variações na superfície depende da interação entre luz e material, sendo que condições inadequadas podem ocultar defeitos ou gerar interpretações equivocadas (LUO; CUI; RIGG, 2001).

6.2 IMPACTO DA ILUMINAÇÃO DA PERCEPÇÃO VISUAL

A iluminação exerce influência direta sobre a percepção visual humana, afetando a capacidade de distinguir detalhes, contrastes, etc. Em ambientes industriais, especialmente em atividades que exigem inspeção visual detalhada, como no caso do couro Wet Blue, a qualidade da iluminação é determinante para a confiabilidade dos resultados (IES, 2020).

Segundo a Comissão Internacional de Iluminação, níveis inadequados de iluminância podem comprometer a acuidade visual, dificultando a identificação de defeitos superficiais e reduzindo a precisão da avaliação. A baixa intensidade luminosa pode ocultar imperfeições, enquanto o excesso de luz pode causar ofuscamento, prejudicando a observação e gerando desconforto visual. Além disso, a distribuição não uniforme da luz pode criar sombras que mascaram defeitos ou produzem interpretações equivocadas da superfície analisada (CIE, 2019).

A Sociedade de Engenharia de Iluminação (Illuminating Engineering Society) revela o índice de reprodução de cor, que influencia diretamente a fidelidade com que as cores são percebidas. Fontes de luz com baixo índice de reprodução de cor podem distorcer a tonalidade dos objetos, dificultando a identificação de variações sutis, como aquelas presentes no couro. Esta autoridade científica ressalta que a reprodução fiel das cores é essencial em processos de inspeção, pois permite maior precisão na análise visual e reduz a subjetividade (IES, 2020).





Adicionalmente, a exposição contínua a condições inadequadas de iluminação pode provocar fadiga visual, reduzindo o desempenho do operador ao longo do tempo e aumentando a probabilidade de erros. Dessa forma, a padronização das condições de iluminação é fundamental para garantir consistência, confiabilidade e qualidade no processo de classificação do couro (CIE, 2019; IES, 2020).





7 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado em um curtume localizado no interior do estado de São Paulo, com o objetivo de avaliar, em ambiente produtivo real, a influência da iluminação no processo de classificação de couros no estágio Wet Blue. Trata-se de uma pesquisa aplicada, voltada à solução de um problema identificado no processo de inspeção visual, relacionado à baixa consistência na identificação de defeitos.

Yin 2001 afirma que o estudo de caso é útil quando se deseja “esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões, o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados”.

A pesquisa adotou abordagem qualitativa e quantitativa. A etapa qualitativa consistiu na observação direta das condições de iluminação do setor, incluindo o uso de lâmpadas fluorescentes, a interferência da luz natural e o comportamento dos classificadores durante a inspeção. Foram analisados fatores como distribuição da luz, contraste visual, posicionamento das luminárias e impacto na percepção dos defeitos.

A etapa quantitativa baseou-se na coleta e comparação de indicadores de desempenho do processo. Foram considerados o percentual de aproveitamento da matéria-prima, índice de descarte no Semi Acabado, ocorrência de retrabalho e nível de concordância entre a classificação inicial e o resultado final. A classificação de couros é realizada por meio da inspeção visual das características da superfície, considerando defeitos naturais, falhas de processamento e padrão de classificação, fatores que influenciam diretamente na definição da qualidade e do valor comercial do material (HEIDEMANN, 1993).

Os dados foram avaliados em dois cenários: antes da melhoria utilizando iluminação fluorescente com luz natural e após a implementação utilizando iluminação LED 4 K padronizada.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é descritiva por caracterizar as condições do processo, e exploratória por analisar a relação entre iluminação e desempenho da inspeção visual.

Para análise do problema, foram utilizadas ferramentas da qualidade. O Diagrama de Ishikawa permitiu identificar causas relacionadas a mão de obra, máquina, método, material, meio ambiente e medição. A Técnica dos 5 Porquês foi aplicada para determinar a causa raiz. A Matriz GUT foi utilizada para priorizar as ações com base em gravidade, urgência e tendência. Ainda, o método 5W2H foi empregado no planejamento das ações de melhoria.

A intervenção consistiu na substituição da iluminação fluorescente por lâmpadas LED 4 K com alto índice de reprodução de cor, no controle da luz natural e na padronização da inspeção visual. Após a implementação, os indicadores foram novamente avaliados para verificar os resultados obtidos.

A utilização de iluminação com temperatura de cor em torno de 4000 K, associada a alto Índice de Reprodução de Cor (IRC) acima de 90, proporciona melhor





fidelidade visual durante processos de inspeção e classificação de couros, permitindo maior precisão na identificação de tonalidades, defeitos e variações superficiais (LUXATEC, 2025; LUCELED, 2024).

Essa metodologia permitiu analisar o problema, implementar melhorias e validar de forma prática e mensurável os impactos da iluminação na qualidade do processo de classificação de couros.





8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 ESTUDO DE CASO

O processo de classificação de couros Wet Blue é uma etapa fundamental na indústria coureira, pois impacta diretamente na qualidade do produto final e na definição do seu valor comercial. Essa classificação consiste na identificação de defeitos como marcas de fogo, cicatrizes, marcas de carrapato, furos de bernes, marcas da mosca de chifre e riscos abertos e fechados, além de problemas dermatológicos, como sarna.

Esse processo depende essencialmente da percepção visual do classificador, sendo altamente influenciado pelas condições de iluminação do ambiente. Assim, variações na iluminação podem comprometer a padronização da classificação, gerando inconsistências nos resultados e afetando o aproveitamento da matéria-prima.

8.2 AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE ILUMINAÇÃO NO SETOR

Com o objetivo de avaliar possíveis melhorias no processo, foram realizados acompanhamentos práticos na classificação de couros Wet Blue e posteriormente no estágio de Semi Acabado.

Durante esses testes, observou-se que a utilização de iluminação natural e lâmpadas fluorescentes poderiam estar influenciando negativamente a percepção dos defeitos. A variabilidade da luz natural ao longo do dia e as limitações da iluminação fluorescente impactavam a consistência das análises realizadas pelos classificadores.

Diante disso, identificou-se a oportunidade de padronizar a iluminação do ambiente, eliminando a luz natural e substituindo as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED com temperatura de cor da iluminação 4 K.

8.3 IMPACTOS DA ILUMINAÇÃO NA QUALIDADE DA CLASSIFICAÇÃO

Foram realizados testes utilizando lâmpadas LED 4K no ambiente de classificação. Essa alteração teve como objetivo proporcionar uma iluminação mais uniforme, estável e adequada à identificação de defeitos no couro.

Após a implementação, foram conduzidas novas análises comparativas entre a classificação no estado Wet Blue e os resultados obtidos no estágio de Semi Acabado. Os testes demonstraram uma significativa oportunidade de melhoria, evidenciada pela maior padronização e consistência dos resultados obtidos.

Observou-se um aumento no aproveitamento da matéria-prima devido a haver melhor visualização na classificação dos couros, redução do percentual de descarte no Semi Acabado e maior consistência entre a classificação inicial e o resultado.

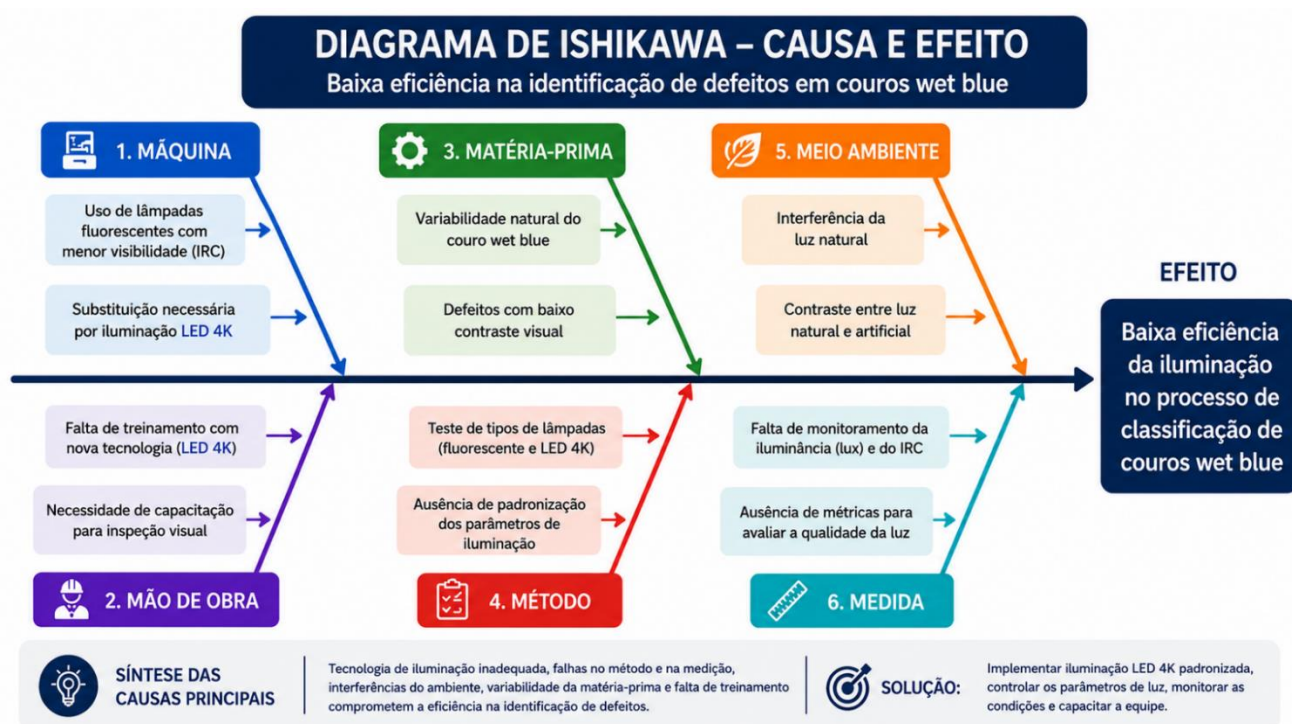
Após a implementação das melhorias, foram coletados dados do processo e organizados em gráficos, com o objetivo de facilitar a análise e interpretação dos resultados.

O monitoramento considerou principalmente a classificação do couro no estágio Wet Blue.

No estágio de Semi Acabado, houve ainda um desempenho positivo no percentual de aproveitamento da matéria-prima e índice de descarte. A comparação entre os cenários de antes e depois da implementação permitiu evidenciar, de forma quantitativa, os ganhos obtidos com a melhoria.

8.4 FERRAMENTA 1 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O Diagrama de Ishikawa - Causa e Efeito analisou a baixa eficiência na identificação de defeitos em couros Wet Blue, problema central este que é causado principalmente por iluminação inadequada, como lâmpadas fluorescentes com baixa visibilidade. Há ainda variáveis como falta de treinamento na nova tecnologia LED 4 K, características do próprio couro (baixo contraste visual) e interferências do ambiente (luz natural em contraste com luz artificial).



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

8.5 FERRAMENTA 2 – TÉCNICA DOS 5 PORQUÊS

A tabela apresenta uma análise baseada na Técnica dos 5 Porquês, com o objetivo de identificar as causas da baixa eficiência na identificação de defeitos em couros Wet Blue. A partir da análise, observa-se que os problemas não estão ligados a um único fator, mas a um conjunto de falhas inter-relacionadas.

Causa	1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?	5º Por quê?
Uso de lâmpadas fluorescentes com baixo IRC	Empresa utiliza tecnologia antiga	Não houve atualização do sistema de iluminação	Não foram avaliados impactos na inspeção visual	Não existem testes comparativos de iluminação	Não há gestão técnica sobre requisitos de iluminação
Interferência da luz natural	Ambiente permite entrada de luz externa	Não há controle (cortinas, barreiras, layout)	Processo não exige controle de iluminação	Não existe padronização da inspeção	Não há definição de condições ideais
Necessidade de substituição por LED 4 K	LED oferece melhor reprodução de cor	Processo atual não garante boa visibilidade	Iluminação existente é inadequada	Não houve atualização tecnológica	Não há análise contínua de melhoria
Contraste entre luz natural e artificial	Múltiplas fontes de luz no ambiente	Não há controle do ambiente	Layout não projetado para inspeção visual	Não há padronização do processo	Não existem critérios técnicos definidos
Variabilidade natural do couro Wet Blue	Couro é matéria-prima natural	Cada pele possui características próprias	Diferenças de origem e processamento	Não há classificação prévia rigorosa	Processo não está totalmente controlado
Defeitos com baixo contraste visual	Defeitos são próximos entre classes	Iluminação não destaca defeitos	Tipo de luz inadequado	Não foram feitos testes ideais	Não há padronização técnica
Falta de treinamento com LED 4 K	Tecnologia nova para classificadores	Não foi realizado treinamento	Não há plano de capacitação	Mudança não foi gerida corretamente	Não existe gestão estruturada de mudança
Teste de tipos de lâmpadas	Não se sabe qual iluminação é melhor	Não há dados comparativos	Testes não foram realizados	Não há metodologia de validação	Falta de melhoria contínua

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

8.6 FERRAMENTA 3 - PLANO DE AÇÃO 5W2H

O plano de ação 5W2H foi elaborado com o objetivo de melhorar a eficiência da inspeção visual de couros Wet Blue, abordando diferentes causas identificadas no processo.



Inicialmente, propõe-se a padronização da inspeção visual por meio da criação de procedimentos claros e definição de critérios visuais, visando reduzir a variabilidade entre classificadores. Em seguida, destaca-se a importância do treinamento dos colaboradores, com foco na nova iluminação e nos critérios de avaliação, garantindo maior consistência na inspeção.

Causa	O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Por quê?	Como?	Quanto?
Padronização da iluminação (LED 4 K)	Padronizar sistema com LED 4 K alto IRC	Manutenção	Até 60 dias	Área de Inspeção Wet Blue	Melhorar contraste e identificação de defeitos	Testar LED 4 K vs fluorescente	—
Controle da luz natural	Eliminar interferência externa	Manutenção	30 dias	Área de Inspeção	Evitar variação de percepção	Ajustar layout	—
Padronização da Inspeção visual	Criar procedimento padrão	Manutenção	Até 60 dias	Área de Inspeção	Reduzir variabilidade e entre classificadores	Definir critérios visuais	—
Treinamento dos classificadores	Treinar equipe na nova iluminação	Qualidade/Supervisão	Após implantação	Área de inspeção	Melhorar padronização	Treinamento prático	—
Testes e validação da iluminação	Realizar testes comparativos	Manutenção	Imediato	Área de inspeção	Garantir melhor condição	Comparar fluorescente vs LED 4 K	—
Gestão da variabilidade do couro	Classificação prévia da matéria-prima	Supervisor	60 dias	Área de inspeção	Reduzir impacto da variabilidade	Criar critérios de classificação	—

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

8.7 FERRAMENTA 4 - MATRIZ GUT

A Matriz GUT apresentada prioriza os principais problemas relacionados à inspeção de couros Wet Blue, com base nos critérios de gravidade, urgência e tendência.

Os resultados indicam que as ações mais críticas, classificadas como prioridade alta, são a padronização da iluminação com LED 4 K, a padronização da inspeção visual, o treinamento dos operadores e o controle da luz natural, pois





apresentam os maiores níveis de impacto e necessidade imediata de intervenção. Em seguida, os testes de tipos de iluminação aparecem como prioridade média, enquanto a gestão da variabilidade do couro é considerada prioridade baixa.

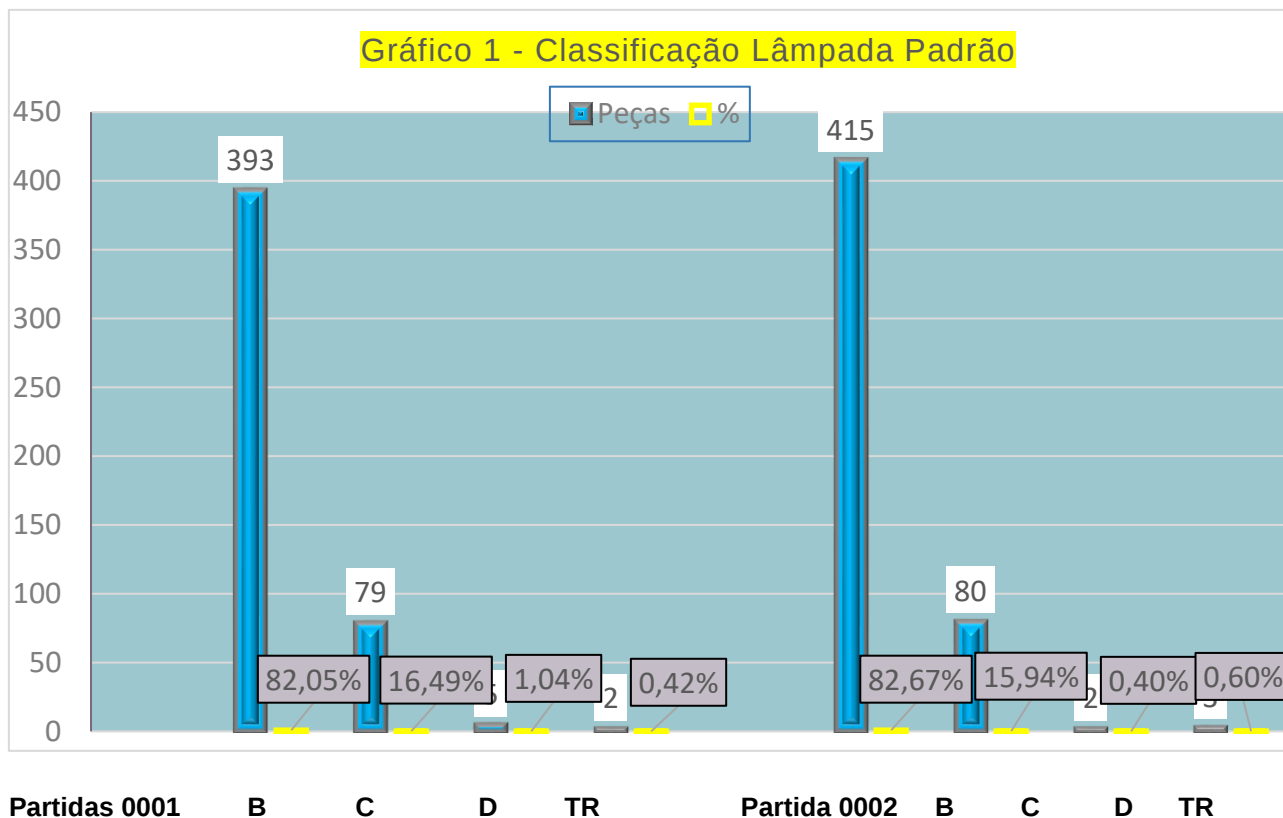
Item	Causa/Problema	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	Total (G×U×T)	Prioridade
1	Padronizar iluminação (LED 4 K)	5	5	5	125	ALTA
2	Padronizar inspeção visual	5	5	4	100	ALTA
3	Treinar operadores	4	5	4	80	ALTA
4	Controlar luz natural	4	4	4	64	ALTA
5	Testar tipos de iluminação	3	4	4	48	MÉDIA
6	Gerir variabilidade do couro	3	3	3	27	BAIXA

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

8.8 GRÁFICOS DE COMPARAÇÕES DA ILUMINAÇÃO

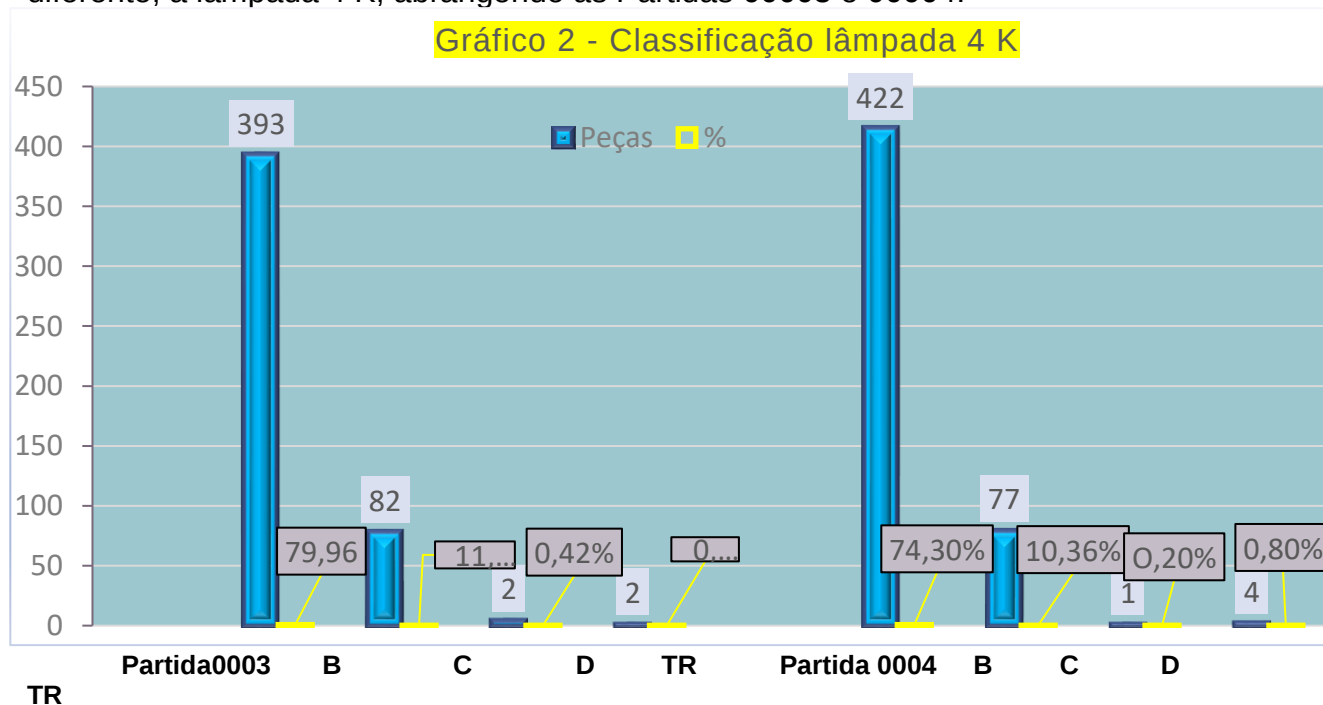
O primeiro gráfico abaixo apresenta uma análise técnica da classificação de lâmpadas em dois lotes distintos de produção (chamados de Partida 00001 e Partida 00002).





Fonte: Cálculo elaborado pelo autor (2026)

O segundo gráfico apresenta os dados de classificação de um modelo diferente, a lâmpada 4 K, abrangendo as Partidas 00003 e 00004.



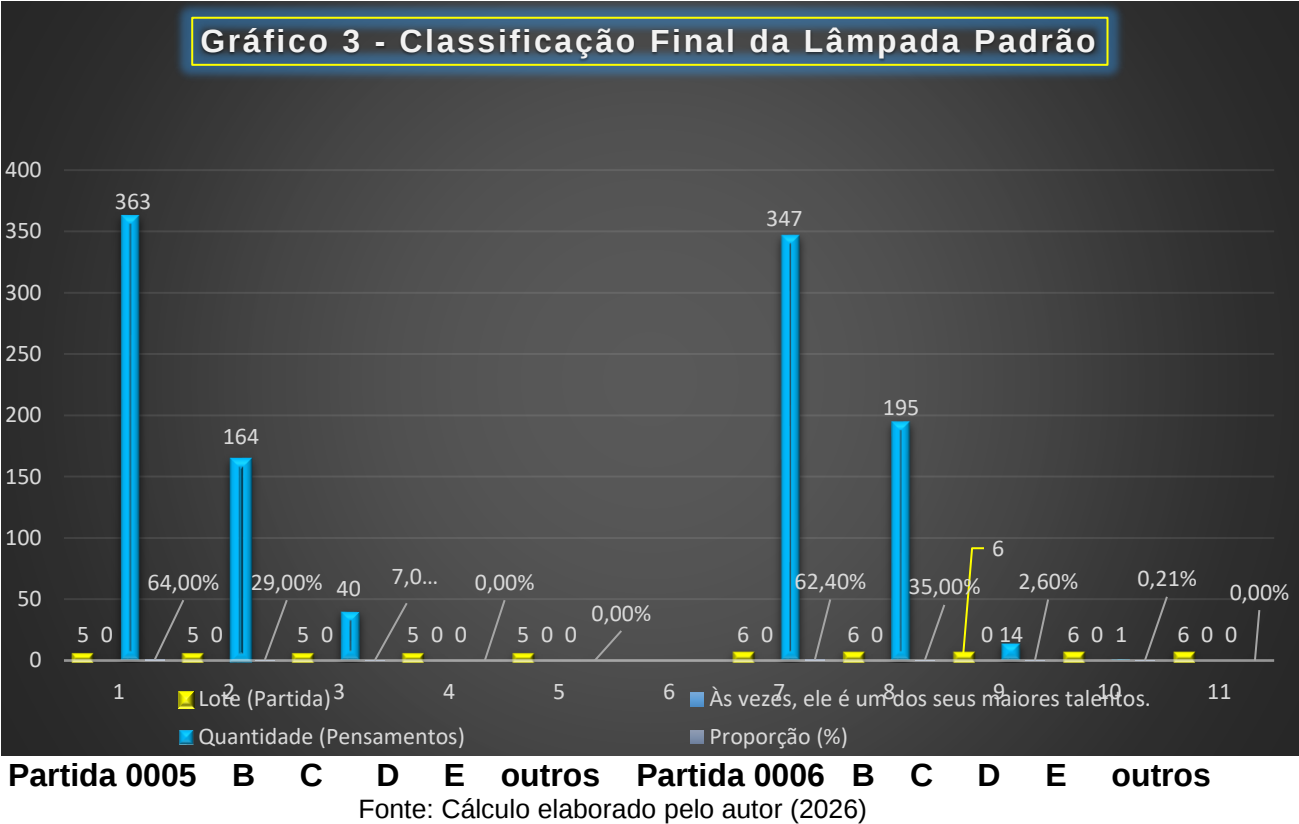
Fonte: Cálculo elaborado pelo autor (2026)

O terceiro gráfico apresenta a Classificação Final da Lâmpada Padrão para os lotes (Partidas 00005 e 00006). Diferente dos gráficos anteriores, aqui vemos uma

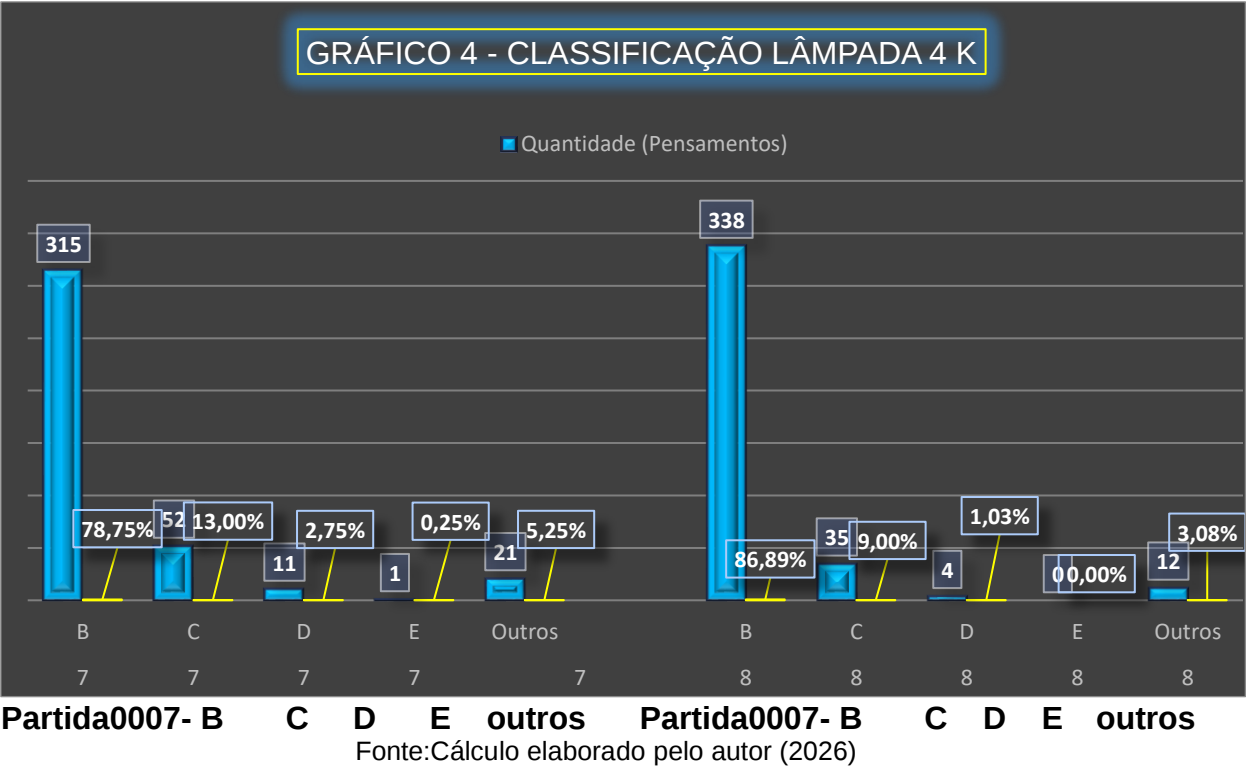




distribuição de qualidade bem mais diversificada e um aumento significativo nas categorias inferiores.



A lâmpada 4 K demonstrou um desempenho superior de classificação "B" nestas rodadas finais em comparação à "Lâmpada Padrão", apesar do aparecimento de uma percentagem maior de itens classificados como "Outros".





De forma geral, conclui-se que a Lâmpada 4K apresenta melhor desempenho em termos de qualidade predominante (classe B), enquanto a Lâmpada Padrão demonstra maior dispersão e pior desempenho global, embora ambos os modelos ainda apresentem pontos de atenção relacionados à consistência do processo produtivo.



9 CONCLUSÃO

A análise desenvolvida ao longo deste trabalho evidenciou, de forma consistente, que a iluminação constitui um fator crítico de influência direta na qualidade dos processos de inspeção e classificação de couros no estágio Wet Blue. A partir da abordagem metodológica adotada, que integrou ferramentas clássicas da Gestão da Qualidade, como Diagrama de Ishikawa, Técnica dos 5 Porquês, Matriz GUT e 5W2H, foi possível não apenas identificar as causas raízes das inconsistências no processo, mas também estruturar ações corretivas eficazes e tecnicamente fundamentadas.

Os resultados obtidos demonstraram que a substituição do sistema de iluminação fluorescente por iluminação LED 4 K com alto índice de reprodução de cor IRC, aliada ao controle da luz natural e à padronização das condições de inspeção, proporcionou melhorias significativas no desempenho operacional. Observou-se um aumento relevante na assertividade da classificação dos couros, evidenciado pela maior correlação entre a avaliação inicial no estágio Wet Blue e o resultado obtido no estágio de Semi Acabado.

Adicionalmente, verificou-se a redução do retrabalho e do índice de descarte, fatores que impactam diretamente nos custos operacionais e no aproveitamento da matéria-prima. A melhoria na uniformidade da iluminação contribuiu para a redução da variabilidade entre classificadores, promovendo maior confiabilidade e repetibilidade no processo de inspeção visual, que historicamente apresenta elevado grau de subjetividade, devido à dependência da percepção humana.

Outro aspecto relevante refere-se ao papel do fator humano no processo. A implementação de treinamentos direcionados à nova condição de iluminação e à padronização dos critérios de avaliação mostrou-se essencial para consolidar os ganhos obtidos, reforçando que a tecnologia, quando não acompanhada de capacitação adequada, pode não atingir seu potencial máximo de desempenho.

Do ponto de vista técnico e gerencial, o estudo também reforça a importância da integração entre fatores ambientais como iluminação e layout, fatores tecnológicos, tipo de fonte luminosa, parâmetros fotométricos e fatores organizacionais, como padronização, treinamento e gestão da qualidade. Essa abordagem sistêmica foi determinante para garantir a sustentabilidade das melhorias implementadas ao longo do tempo.

Portanto, conclui-se que a padronização da iluminação em ambientes de inspeção de couros não deve ser tratada como uma melhoria operacional pontual, mas como um requisito estratégico dentro do Sistema de Gestão da Qualidade, contribuindo diretamente para a excelência do produto, redução de perdas e aumento da competitividade da organização no setor coureiro.

Sugere-se que estudos futuros explorem o uso de tecnologias como visão computacional para reduzir a subjetividade da inspeção visual. Também é recomendada a realização de testes com diferentes parâmetros de iluminação lux, temperatura de cor e IRC para definição de condições ideais. Além disso, a ampliação

da análise com métodos estatísticos e a avaliação ergonômica dos classificadores podem contribuir para melhorar a precisão, confiabilidade e desempenho do processo.



Assinado com Assinatura Eletrônica (Lei 14.063/2020 | Regulamento 910/2014/EC)
Hash SHA256 do original: 4f75dc59d2458b4c0425cb005592c0d9a5a4327f6607eeab71c8a162452f3f54
Link de validação: <https://valida.ae/820527303d4571c7f9edbd057957e87f6d17e3f307cffc5a>



Validador



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BOYCE, Peter R. **Human Factors in Lighting**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2014.

CHEN, Z.; DENG, J.; ZHU, Q.; WANG, H.; CHEN, Y. **A systematic review of machine-vision-based leather surface defect inspection**. *Electronics*, v. 11, n. 15, 2022. <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/15/2333> Acesso em: 02 mar. 2024.

CIE – Commission Internationale de l'Éclairage. **Lighting of Indoor Work Places**. Vienna: CIE, 2002.

CIE – Commission Internationale on Illumination. **CIE 015:2018 – Colorimetry**. Vienna: CIE, 2018.

CIE – Commission Internationale on Illumination. **Lighting of Indoor Work Places**. Vienna: CIE, 2019.

COVINGTON, Anthony D. **Tanning Chemistry: The Science of Leather**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2009.

CUTTLE, Christopher. **Lighting by Design**. 2. ed. Oxford: Architectural Press, 2008.

HOINVILLE, John. **Colour in Textiles**. 2. ed. Bradford: Society of Dyers and Colourists, 1996.

HEIDEMANN, E. **Fundamentals of Leather Manufacturing**. Darmstadt: Eduard Roether KG, 1993.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY. **IES Lighting Handbook**. New York: IES, 2011.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY. **The Lighting Handbook: Reference and Application**. 10. ed. New York: IES, 2020.

LUXATEC. **Norma NBR 8995: normalização sobre iluminação em ambientes de trabalho 2025**. Disponível em: <https://www.luxatec.com.br/blog/norma-nbr-8995-o-que-ela-diz-sobre-iluminação>. Acesso em: 8 maio 2026.

NCHEZLACAMBRA, Marcos; ORDUNA, Elvira; ARCAS-CARBONELL, María; SÁNCHEZ-CANO, Ana. **Effects of Light on Visual Function, Alertness, and Cognitive Performance: A Computerized Test Assessment**. *Applied Sciences*, v. 14, n. 15, p. 6424, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/15/6424/pdf>. Acesso em: 30 mar. 2025.

REA, Mark S. **The IESNA Lighting Handbook: Reference and Application**. 9. ed. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 2000.

SCHANDA, János. **Colorimetry: Understanding the CIE System**. Hoboken: Wiley-Interscience, 2007.

YAN, X. et al. **Influence of illumination conditions on leather surface inspection and defect detection**. *Journal of Leather Science and Engineering*, 2022.

ZHANG, Y. et al. **Color perception and detection in leather surface inspection using lighting systems**. *Electronics*, v. 11, n. 3, 2022. <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/3/346>. Acesso em: 20 mar. 2024



YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos. 2.** ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
[Arquivo PDF]. Acesso em: 5 abr. 2026



Assinado com Assinatura Eletrônica (Lei 14.063/2020 | Regulamento 910/2014/EC)
Hash SHA256 do original: 4f75dc59d2458b4c0425cb005592c0d9a5a4327f6607eeab71c8a162452f3f54
Link de validação: <https://valida.ae/820527303d4571c7f9edbd057957e87f6d17e3f307cffc5a>



Validador



APÊNDICE A – Questionário aplicado aos classificadores

Objetivo: Avaliar a percepção dos classificadores quanto às condições de iluminação e sua influência na identificação de defeitos em couros no estágio Wet Blue.

Instruções: Assinale a alternativa que melhor representa sua percepção.

1. Perfil do colaborador

1.1 Tempo de experiência na classificação de couros:

- ☐ Menos de 1 ano
- ☐ 1 a 3 anos
- ☐ 3 a 5 anos
- ☐ Mais de 5 anos

2. Condições de iluminação (antes da melhoria)

2.1 Como você avalia a iluminação anterior (lâmpadas fluorescentes)?

- ☐ Muito ruim
- ☐ Ruim
- ☐ Regular
- ☐ Boa
- ☐ Muito boa

2.2 A iluminação dificultava a identificação de defeitos no couro?

- ☐ Sempre
- ☐ Frequentemente
- ☐ Às vezes
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

2.3 A presença de luz natural interferia na classificação?

- ☐ Sempre
- ☐ Frequentemente
- ☐ Às vezes
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

2.4 Você percebia diferença na classificação ao longo do dia?

- ☐ Sim
- ☐ Não

3. Condições de Iluminação (após implementação de LED 4 K)

3.1 Como você avalia a iluminação atual (LED 4 K)?

- ☐ Muito ruim
- ☐ Ruim
- ☐ Regular
- ☐ Boa
- ☐ Muito boa





3.2 A nova iluminação melhorou a visualização dos defeitos?

- ☐ Melhorou muito
- ☐ Melhorou
- ☐ Não houve mudança
- ☐ Piorou

3.3 A nova iluminação reduziu dúvidas na classificação?

- ☐ Sim, significativamente
- ☐ Sim, parcialmente
- ☐ Não houve mudança
- ☐ Não

3.4 A uniformidade da iluminação atual é adequada?

- ☐ Sim
- ☐ Não

4. Desempenho e percepção

4.1 Você considera que sua classificação ficou mais precisa após a melhoria?

- ☐ Sim
- ☐ Não

4.2 A fadiga visual ao final da jornada:

- ☐ Diminuiu
- ☐ Permaneceu igual
- ☐ Aumentou

4.3 A nova iluminação contribui para padronização entre os classificadores?

- ☐ Sim
- ☐ Não

APÊNDICE A – Resultados do questionário aplicado aos classificadores

Número de respondentes: 10 classificadores

1. Perfil dos colaboradores

Tempo de Experiência	Quantidade	Percentual
Menos de 1 ano	1	10%
1 a 3 anos	2	20%
3 a 5 anos	3	30%
Mais de 5 anos	4	40%

Análise: A maioria dos classificadores possui experiência superior a 3 anos, o que aumenta a confiabilidade das respostas.





2. Condições de iluminação (ANTES da melhoria)

Avaliação da iluminação fluorescente

Avaliação	Quantidade	Percentual
Muito ruim	2	20%
Ruim	4	40%
Regular	3	30%
Boa	1	10%
Muito boa	0	0%

Dificuldade na identificação de defeitos

Frequência	Quantidade	Percentual
Sempre	3	30%
Frequentemente	4	40%
Às vezes	2	20%
Raramente	1	10%
Nunca	0	0%

Interferência da luz natural

Frequência	Quantidade	Percentual
Sempre	4	40%
Frequentemente	3	30%
Às vezes	2	20%
Raramente	1	10%
Nunca	0	0%

Variação da classificação ao longo do dia

Resposta	Quantidade	Percentual
Sim	8	80%
Não	2	20%

3. Condições de iluminação (APÓS LED 4 K)

Avaliação da nova iluminação

Avaliação	Quantidade	Percentual
Muito ruim	0	0%
Ruim	0	0%
Regular	1	10%
Boa	4	40%
Muito boa	5	50%



Melhoria na visualização dos defeitos

Resposta	Quantidade	Percentual
Melhorou muito	6	60%
Melhorou	4	40%
Não houve mudança	0	0%
Piorou	0	0%

Redução de dúvidas na classificação

Resposta	Quantidade	Percentual
Sim, significativamente	5	50%
Sim, parcialmente	4	40%
Não houve mudança	1	10%
Não	0	0%

Uniformidade da iluminação

Resposta	Quantidade	Percentual
Sim	9	90%
Não	1	10%

4. Desempenho e percepção

Precisão na classificação

Resposta	Quantidade	Percentual
Sim	9	90%
Não	1	10%

Fadiga visual

Resposta	Quantidade	Percentual
Diminuiu	7	70%
Permaneceu igual	3	30%
Aumentou	0	0%

Padronização entre classificadores

Resposta	Quantidade	Percentual
Sim	8	80%
Não	2	20%

Análise Geral dos Resultados

Os resultados do questionário evidenciam que, antes da implementação da melhoria, a iluminação era considerada inadequada pela maioria dos classificadores, apresentando interferência significativa da luz natural e impactando diretamente a consistência da classificação ao longo do dia.





Após a implementação da iluminação LED 4 K, observou-se uma melhoria expressiva na percepção visual, com destaque para o aumento da capacidade de identificação de defeitos, redução de dúvidas no processo e maior uniformidade das condições de trabalho. Além disso, houve redução da fadiga visual e aumento da precisão na classificação, contribuindo para maior padronização entre os operadores.

Esses resultados reforçam a relação direta entre condições adequadas de iluminação e desempenho no processo de inspeção visual, validando a eficácia da melhoria implementada.

APÊNDICE B – Tabelas de Medição de Iluminância

Objetivo: Registrar e comparar os níveis de iluminância (lux) no setor de classificação antes e após a implementação da iluminação LED 4 K.

Tabela B1 – Medição de Iluminância (Situação Inicial: Fluorescente com Luz Natural)

Ponto de Medição	Local	Período	Iluminância (lux)
P1	Mesa de classificação 1	Manhã	820
P2	Mesa de classificação 2	Manhã	910
P3	Centro do setor	Manhã	750
P4	Próximo à janela	Manhã	1200
P5	Mesa de classificação 1	Tarde	680
P6	Mesa de classificação 2	Tarde	720
P7	Centro do setor	Tarde	650
P8	Próximo à janela	Tarde	1400

Observação: Alta variabilidade devido à interferência da luz natural.

Tabela B2 – Medição de Iluminância (Situação Final: LED 4 K Padronizado)

Ponto de Medição	Local	Período	Iluminância (lux)
P1	Mesa de classificação 1	Manhã	1200
P2	Mesa de classificação 2	Manhã	1250
P3	Centro do setor	Manhã	1180
P4	Área lateral	Manhã	1220
P5	Mesa de classificação 1	Tarde	1190
P6	Mesa de classificação 2	Tarde	1210
P7	Centro do setor	Tarde	1170
P8	Área lateral	Tarde	1200

Observação: Iluminação uniforme e estável, dentro dos padrões recomendados para inspeção visual (1000 a 1500 lux).



Tabela B3 – Comparação dos Resultados

Critério	Situação Inicial	Situação Final
Iluminância média	891 lux	1203 lux
Variação de iluminação	Alta	Baixa
Influência da luz natural	Presente	Eliminada
Uniformidade	Baixa	Alta

Tabela do Índice de Reprodução de Cor

ILUMINAÇÃO INCANDESCENTE (IRC 60-70)	ILUMINAÇÃO FLUORESCENTE (IRC 70-80)	ILUMINAÇÃO 4K (IRC 90-100)
LUZ AMARELADA E QUENTE • Cores tendem ao amarelado/alaranjado • Menos fidelidade nas cores • Aparência mais quente e menos natural • Destaques menos nítidos e imagem mais embaçada	LUZ FRIA E ARTIFICIAL • Cores tendem ao esbranquiçado/azulado • Média fidelidade nas cores • Pode alterar a percepção dos tons reais • Textura visível, mas com menor naturalidade	LUZ NEUTRA E DE ALTO IRC (4K) • Cores fiéis, naturais e equilibradas • Alta fidelidade (IRC 90-100) • Revela os detalhes e a textura real do couro • Destaques nítidos e aparência natural

POR QUE IMPORTA?
Quanto maior o IRC (Índice de Reprodução de Cor), mais fiéis e naturais serão as cores e texturas do couro.
A iluminação 4K com IRC 90-100 garante avaliações precisas, evita erros na escolha e valoriza a qualidade real do material.

Tabela de IRC

Essa tabela descreve o IRC (Índice de Reprodução de Cor), um parâmetro técnico fundamental em iluminação que mede a capacidade de uma fonte luminosa reproduzir as cores dos objetos em comparação com uma fonte de referência, como a luz natural.

Quanto mais próximo de 100 for o índice, maior será a fidelidade na reprodução das cores e mais natural será a percepção visual. A interpretação da tabela permite avaliar, de forma prática, o impacto da iluminação na qualidade correta, padronizando desta forma os processos visuais de interpretação.



Faixa de IRC	Classificação	Interpretação Técnica	Efeito Visual
0 – 59	Ruim	Reprodução cromática muito baixa	Cores distorcidas, aparência artificial, perda quase total de detalhes
60 – 69	Regular	Baixa fidelidade, predominância de tons quentes	Cores amareladas, pouca definição, aspecto “sujo”
70 – 79	Bom	Fidelidade moderada	Cores próximas do real, porém com desvios (leve azulado ou esbranquiçado)
80 – 89	Muito bom	Boa reprodução cromática	Cores quase naturais, boa definição de textura
90 – 100	Excelente	Alta fidelidade (referência próxima à luz natural)	Cores reais, vivas e equilibradas, máxima nitidez e detalhamento

