

## MODERNOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PARA ÁREAS CLASSIFICADAS

ESTELLITO RANGEL JUNIOR <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro eletricista / Consultor, Rio de Janeiro, RJ, atmexplo@terra.com.br;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
Palmas/TO – Brasil  
17 a 19 de setembro de 2019

**RESUMO:** A iluminação para áreas classificadas (regiões onde há possibilidade de ocorrência de uma mistura explosiva no ambiente, constituída por pós combustíveis ou gases inflamáveis), tradicionalmente era realizada empregando-se luminárias do tipo "à prova de explosão" (Ex d). Este trabalho mostra os ganhos obtidos com a substituição de antigas luminárias por modelos que utilizam lâmpadas de modernas tecnologias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Iluminação, áreas classificadas, segurança, eficiência energética.

### MODERN SYSTEMS FOR LIGHTING IN HAZARDOUS LOCATIONS

**ABSTRACT:** The lighting for classified areas (regions where there is a possibility of an explosive mixture in the environment, consisting of combustible powders or flammable gases), traditionally was carried out using luminaires of the protection type "Explosionproof"(Ex d).

This paper shows the gains obtained by replacing old luminaires with models that use modern technologies' lamps.

**KEYWORDS:** Lighting, classified areas, safety, energy efficiency.

### INTRODUÇÃO

As luminárias Ex d para iluminação em áreas classificadas caracterizam-se pelo invólucro robusto, capaz de suportar uma possível explosão em seu interior e sem permitir que ela se propague para o exterior, o que causaria desastrosos prejuízos para a unidade industrial e vizinhança. Todo o projeto de instalações elétricas em instalações com áreas classificadas deve seguir os requisitos estabelecidos em ABNT (2016).

Geralmente construídas em alumínio fundido, as luminárias Ex d podem empregar vários tipos de lâmpadas, sendo a mais utilizada, a fluorescente (Figura 1). Estas luminárias ainda hoje são disponibilizadas no mercado brasileiro, tendo mantido seu design inalterado há mais de quatro décadas, sendo o modelo mais vendido o que utiliza lâmpadas fluorescentes comuns e respectivos reatores.

As lâmpadas fluorescentes (incluindo as "compactas"), apesar de possuem alta eficiência luminosa (40-100 lumens / watt) e bom IRC (60-90), apresentam uma queda drástica de iluminamento ao fim da vida útil, e contêm mercúrio.

O uso amplo deste modelo se deu principalmente nas plataformas marítimas de exploração de petróleo, mas devido à atmosfera salina, algumas desvantagens ficaram ressaltadas de acordo com Rangel (1994), como por exemplo:

- Corrosão: O ambiente marinho tropical mostrou-se extremamente agressivo à liga de alumínio fundido ASTM B26 liga A 356.0, conhecida como "copper-free" ou isenta de cobre. Era comum após dois anos de uso, em média, a pintura epóxi soltar-se da superfície metálica, e esta se apresentar "granulada", com pontos brancos que se desagregavam ao se esfregar o dedo;

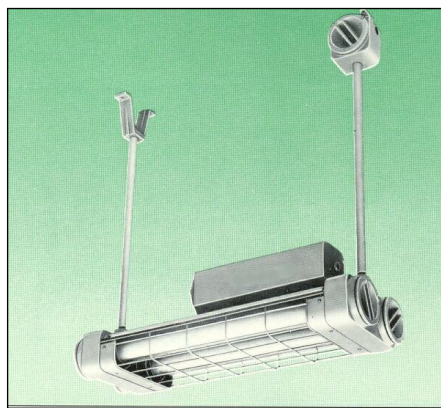
- Baixa vida útil das baterias (caso das luminárias de emergência): As luminárias de emergência possuíam baterias gel-seladas, um carregador de baterias e um inversor. O enclausuramento destas baterias e circuitos eletrônicos em caixas à prova de explosão Ex d, provocava

um aumento de temperatura, chegando a ultrapassar a temperatura máxima recomendada pelos fabricantes das baterias. Isto fazia com que a vida útil das baterias ficasse bastante reduzida. O desempenho dos circuitos eletrônicos também era afetado, principalmente os do inversor. Os circuitos dos carregadores de baterias, por sua vez, eram de construção extremamente rústica, (muitas vezes simples retificadores de meia-onda), que não proporcionavam adequado regime de carga, comprometendo a vida útil da bateria;

- Soquetes de baixa durabilidade: A temperatura desenvolvida no interior da luminária, em especial no contato lâmpada x soquete, tornava o plástico do mesmo quebradiço, e então a ação da mola responsável pela característica “antivibratória” o despedaçava, interrompendo a alimentação da lâmpada;

Após alguns anos, os custos de manutenção (que incluem uso de andaimes, emissão de permissão de trabalho, liberação de área e frequentes falhas em componentes), passaram a estimular a busca por sistemas de iluminação mais eficientes, segundo Rangel (1998).

Figura 1. Luminária fluorescente em alumínio fundido tipo Ex d



## DESENVOLVIMENTO

Dentre as novas opções para iluminação de áreas industriais, destacam-se as seguintes:

- Indução: É uma tecnologia de lâmpada com vida útil longa (cerca de 100.000 horas) por não ter filamentos (Figura 2). Tem bom IRC (50-90), boa eficiência luminosa (60-90 lúmens / watt) e destaca-se pela ampla faixa de temperaturas que pode ser usada: de - 80 °C a + 68 °C. PHILIPS (2001) foi a desenvolvedora da tecnologia.

- LEP (Light Emitting Plasma): É uma tecnologia que apresenta alta eficiência energética, com uso em áreas externas, utilizando uma lâmpada acionada por alta frequência e sem eletrodos (como a de indução), e de vida útil longa com mais de 100.000 horas (Figura 3). Tem bom IRC (50-90) e boa eficiência luminosa (60-90 lúmens por watt). Apesar do emprego crescente desta lâmpada em áreas industriais no exterior, não foi encontrado um fornecedor de luminárias especiais para uso em áreas classificadas.

- LED (Light Emitting Diode): é uma fonte de luz de "espectro total", sem lacunas no espectro de cores. Possui um bom IRC (70-90) e a mais alta eficiência (até 150 lúmens / watt) das fontes de luz branca. LED emitem luz unidirecional, permitindo que a estrutura óptica da luminária seja mais simples. A vida útil é de aproximadamente 100.000 horas. O projetor LED para uso em áreas classificadas (Figura 4) possui como característica principal o tipo de proteção Ex m, encapsulado, o que oferece a garantia que uma atmosfera explosiva não entrará em contato com partes quentes ou centelhantes no interior da luminária. Pessoa e Ghisi (2015) apresentaram um levantamento detalhado sobre as características das lâmpadas LED comercializadas no país.

Cabe ressaltar que a fidelidade de reprodução de cor pela fonte de luz é medida pelo IRC, que foi introduzido em 1940 como uma forma de referência das fontes artificiais de luz à luz natural. Objetos expostos a fontes de luz com baixo IRC não aparecem com suas cores naturais, mas com uma distorção. Isso representa um risco significativo em ambientes industriais à noite, já que operadores de

máquinas e trabalhadores de manutenção precisam rapidamente e facilmente identificar cores de fios, placas de segurança, líquidos, objetos ou fumaça.

Figura 2. Lâmpada de indução tipo QL

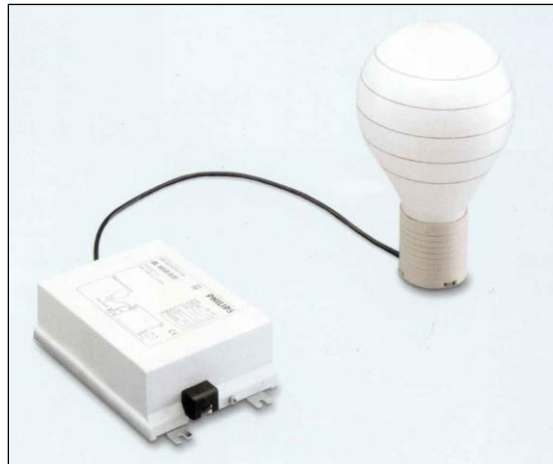


Figura 3. À direita, modelo de luminária com a lâmpada de plasma. À esquerda, sua fonte de energia.

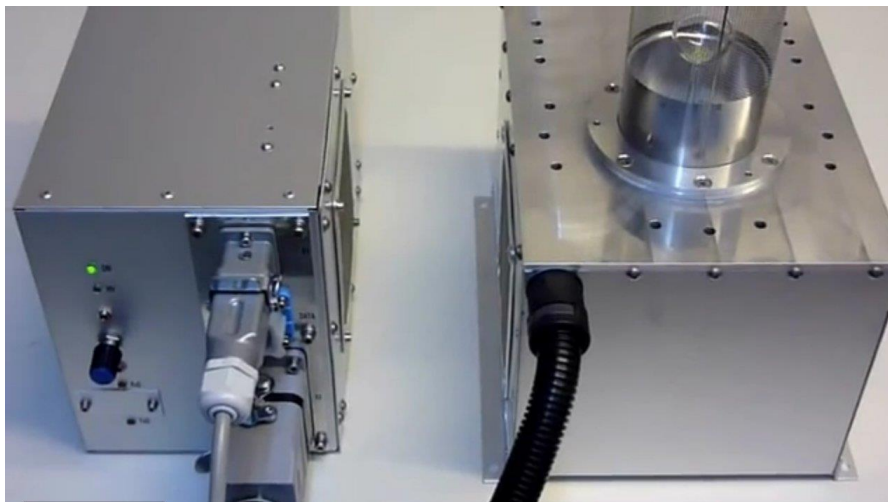


Figura 4. Projetor a LED sem o difusor, mostrando-se a disposição interna dos 24 LED.



A Tabela 1 mostra um comparativo entre as diversas características das novas opções para sistemas de iluminação industrial.

O estudo levou em conta os seguintes parâmetros:

- As características do sistema: potência das lâmpadas, o tempo que ficam ligadas, e o número total de lâmpadas;
- Valor do kWh cobrado pela concessionária de energia elétrica;
- Estimativa de custos para troca de lâmpadas.

O resultado apontou que as lâmpadas LED são uma alternativa mais econômica que as tubulares fluorescentes, especialmente pela característica do ambiente industrial em possuir um uso intenso da iluminação. Cabe registrar que nos ambientes industriais com necessidade de iluminação constante, a lâmpada fluorescente tubular perde luminosidade com o passar do tempo, o que inclina ainda mais para a utilização da lâmpada LED. ABNT (2016) emitiu uma norma com os requisitos mínimos para fabricação de luminárias com estas lâmpadas.

Tabela 1: Características de diversos tipos de lâmpadas

Fonte de Luz	Índice de Reprodução de cor	Lumens/watt	Vida em Horas de Uso (x1000)
Vapor de Sódio Alta Pressão	30	60-120	10-24
Vapor de Sódio Baixa Pressão	5	200	10-24
Vapor de Mercúrio	50	50	10
Vapor Metálico	70-95	60-100	6-20
Fluorescente	60-90	40-100	6-45
Fluorescente Compacta	60-90	50-75	6-15
Incandescente	5-25	100	1
Indução	50-90	60-90	100
Luz Emitida por Plasma	50-90	60-90	100
LED	70-90	Up to 150	100+

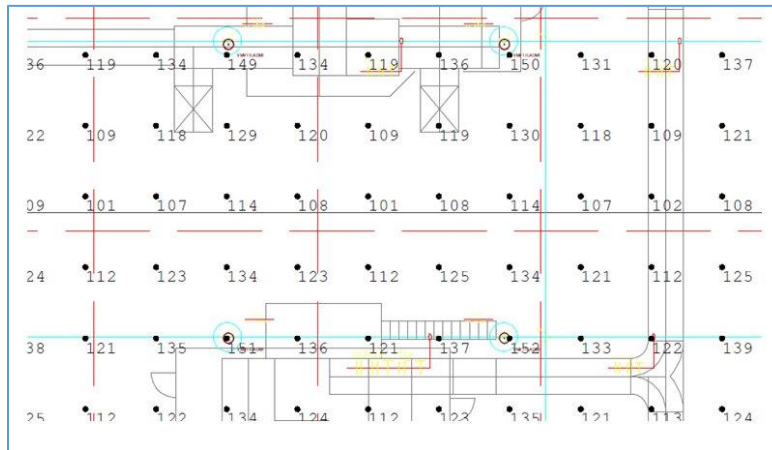
## CONCLUSÕES

Dentre as opções estudadas, apresentou-se como mais conveniente a dos projetores LED, considerando-se também que para as lâmpadas de indução e plasma o fabricante não possuía uma representação no país, o que além de importar em maiores custos, poderia prejudicar a solução de eventuais problemas pós-venda.

O estudo concluiu que a redução de custos de manutenção em luminárias para uso em atmosferas explosivas, é possível com a adoção de novas tecnologias.

O projeto luminotécnico elaborado por software compatível com ABNT (2013) para os projetores LED (Figura 4) conseguiu uma redução no número de luminárias, aumento de 80 lux para 110 lux, redução de 15% no consumo de energia elétrica, e um payback de 2,1 anos, ensejando a aprovação da troca.

Figura 4. Projeto luminotécnico



A situação em parte do local antes e depois da mudança na iluminação é mostrada na Figura 5. Percebe-se os ganhos na reprodução de cor na região onde houve a troca das luminárias com lâmpadas de vapor de sódio em baixa pressão pelos projetores LED.

Figura 5. Ambiente industrial antes e depois da mudança na iluminação por projetores LED.



## REFERÊNCIAS

- American Society of Testing Materials. ASTM B26 - Standard Specification for Aluminum-Alloy Sand Castings, 1986.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO/CIE 8995-1:2013 Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- \_\_\_\_\_. NBR IEC 60079-14: Atmosferas explosivas – Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- \_\_\_\_\_. NBR IEC 62722-2-1: Desempenho de luminárias - Parte 2-1: Requisitos particulares para luminárias LED. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- Pessoa, J. L. N.; Ghisi, E. Eficiência luminosa de produtos LED encontrados no mercado brasileiro. Nota Técnica. Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações. Florianópolis: UFSC, 2015. 31p.
- Philips Lighting BV, Catálogo da lâmpada QL. Holanda, 2001.
- Rangel Jr., E. ; Naegeli, G. da S. T. Alternativa para redução de custos de manutenção em luminárias para uso em atmosferas explosivas. In: II Encontro de Manutenção do Departamento de Produção Petrobrás. EMDEPRO 1994, Aracajú, Anais, p. 225 - 230, 1994.
- Rangel Jr., E. Iluminação industrial em áreas classificadas: proposta de novas tecnologias. In: II Encontro Petrobras sobre Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas. EPIAEx 1998, Salvador, Anais. p. 103 - 118, 1998.