

# Documento Técnico

**Fiabilidade e desempenho da tecnologia utilizada nas soluções de iluminação pública a LED**

*Este é um documento controlado, propriedade da Empresa BlueSpan – SIET, Lda. Nenhuma parte do mesmo pode ser reproduzida ou transmitida por qualquer meio a terceiros sem autorização prévia escrita da Empresa BlueSpan – SIET, Lda.*

*As cópias deste documento são documentos não controlados. Usar apenas como material de referência.*

## **1. Objectivo**

Este documento apresenta sucintamente as principais características da tecnologia utilizada nas soluções de iluminação pública a LED da Exporlux/BlueSpan que estão na base da fiabilidade e desempenho previstos.

## 2. Especificações técnicas

As soluções para IP a LED utilizam o Luxeon Rebel de última geração da Philips Lumileds. Esta família de LEDs apresenta características mecânicas, eléctricas e ópticas excepcionais, em especial para esta aplicação.

As suas principais características são:

- **Características mecânicas:**
  - Reduzida dimensão
  - Elevada robustez mecânica
- **Características eléctricas:**
  - Elevada eficácia luminosa (>100lm/W)
  - Elevada capacidade de *drive* de corrente (até 1000mA)
  - Elevada estabilidade em temperatura
  - Elevada temperatura de Junção (<=150°C)
  - Elevada linearidade com a regulação em corrente
  - Reduzida degradação ao longo do seu tempo de vida útil
  - Elevado tempo de vida útil (>60.000H)
  - Elevada robustez eléctrica
- **Características ópticas:**
  - Elevada selectividade espectral
  - Elevada estabilidade óptica
  - Gama alargada de temperaturas de cor disponíveis
    - Branco frio (tip. 5300K)
    - Branco neutro (tip. 4000K)
    - Branco quente (tip. 3150K)
  - Elevado CRI (>75)

### 3. Eficácia luminosa do LED

O Luxeon Rebel utilizado neste projecto apresenta um elevado desempenho eléctrico/óptico ao longo do seu tempo de vida útil.

A elevada eficácia luminosa superior a 100lm/W (quando polarizado a 350mA) contribui decisivamente para este desempenho, uma vez que assegura logo à partida uma elevada eficácia luminosa global (luminária), cumprindo com as directrizes do programa de eficiência energética EnergyStar.

A elevada estabilidade em temperatura assegura uma depreciação do fluxo luminoso relativamente reduzida mesmo quando se consideram temperaturas de junção (Tj) bastante elevadas. O gráfico seguinte ilustra este facto para as temperaturas de cor tipicamente utilizadas em iluminação pública rodoviária (branco frio e neutro).

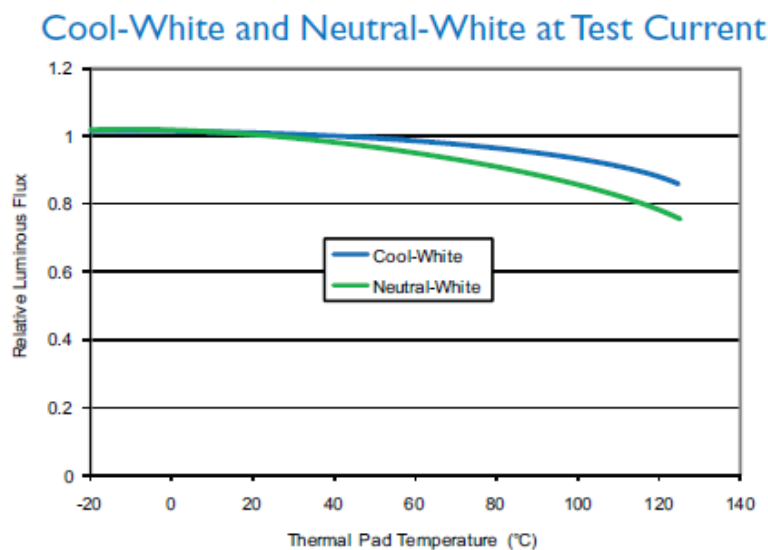


Figure 5. Relative Light Output vs. Thermal Pad Temperature.

No caso do branco quente (entre 2500K e 3500K) o rendimento é inferior e a depreciação equivalente à do branco neutro, rondando os 5% para uma temperatura de PAD (TPAD) de 65°C (o que se traduz numa temperatura de junção na ordem de 80°C), o valor esperado em condições de funcionamento normais. No caso do branco frio, a solução privilegiada em termos de iluminação pública a LED, a depreciação ronda apenas 1%. Neste caso podemos considerar que a temperatura não tem (em condições práticas de funcionamento) qualquer desempenho real no funcionamento do LED e, consequentemente, do sistema.

## 4. Tempo de vida útil do LED

Uma vez que esta tecnologia não apresenta um final de vida catastrófico (ou seja, em condições normais de funcionamento os LEDs não se apagam por completo), foi necessário encontrar uma nova forma de quantificar o seu tempo de vida útil. A ASSIST (*Alliance for Solid-State Illumination Systems Technologies*) determinou que 70% é o limiar a partir do qual é possível ao olho humano detectar uma redução de fluxo luminoso (está relacionado com a integração logarítmica do nosso olho, menos sensível a variações nos níveis de fluxo mais elevados). Assim, ficou especificado que uma redução efectiva de 30% do fluxo luminoso em relação ao valor inicial define o fim do tempo de vida útil de um LED. Dito de outra forma, quando se diz que um LED atingiu o fim de vida às 60.000H estamos na prática a dizer que ainda tem pelo menos 70% do fluxo inicial.

Actualmente trabalha-se com níveis de B10/L70, o que corresponde a uma redução efectiva máxima de fluxo luminoso de 30% mas apenas em 10% dos LEDs. É importante salientar que este nível de depreciação apenas se verifica para situações extremas, tipicamente caracterizadas em termos de corrente e temperatura na junção do LED. Tratando-se de sistemas de elevado desempenho, as condições limite nunca serão atingidas (assumindo condições normais de funcionamento, para as quais o sistema foi especificado), razão pela qual os níveis de depreciação serão consideravelmente mais baixos.

As figuras seguintes ilustram, respectivamente, os tempos de vida útil expectáveis em função da temperatura da junção e no PAD térmico. Estes valores reportam-se a um intervalo de confiança de 90%.

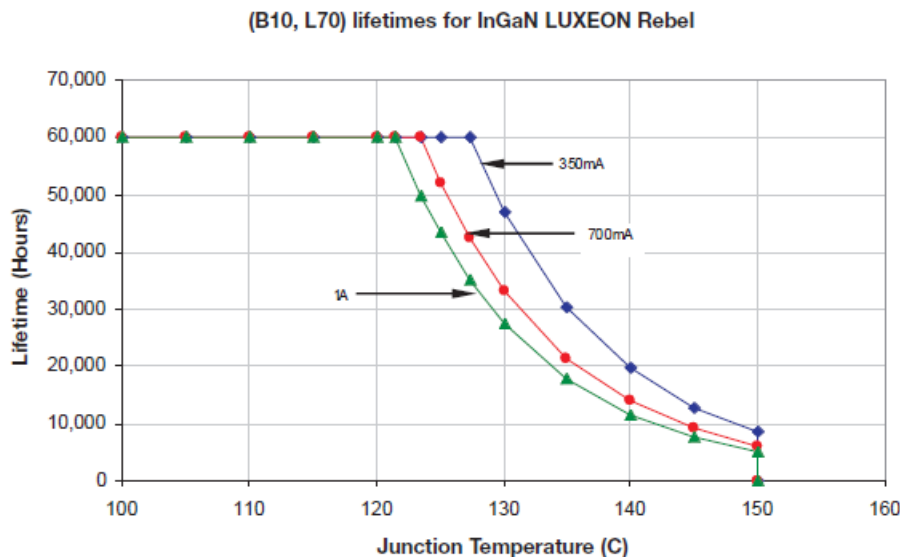


Figure 9. Expected (B10, L70) lifetimes for InGaN LUXEON Rebel.

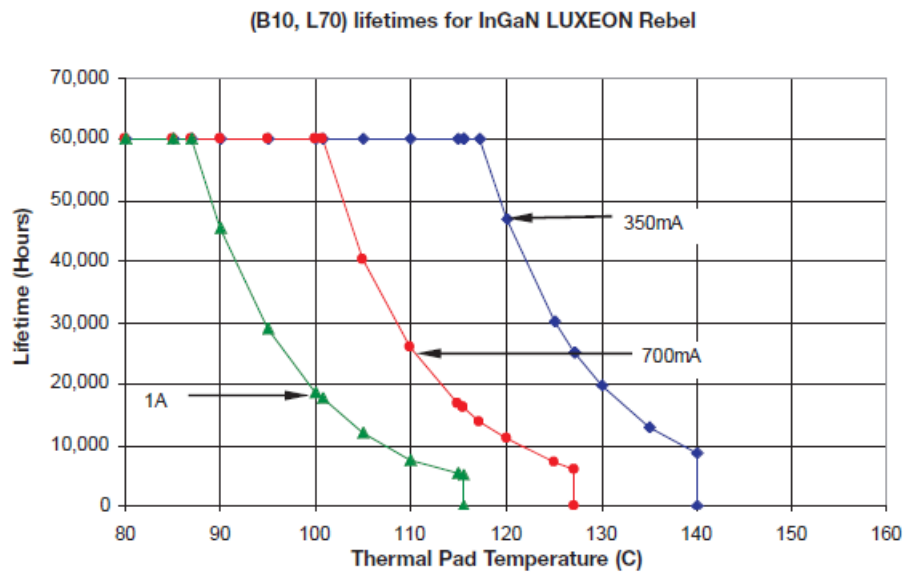


Figure 10. Expected (B10, L70) lifetimes for InGaN LUXEON Rebel.

Os sistemas de iluminação foram desenhados e concebidos para garantir um tempo de vida útil superior a 60.000H, em condições normais de funcionamento. Mesmo considerando o pior cenário possível em termos de temperatura ambiente ( $T_a=50^\circ\text{C}$ ), a temperatura no PAD térmico não irá exceder os  $80^\circ\text{C}$  (o que corresponde a uma temperatura de junção na ordem dos  $95^\circ\text{C}$ ). Como se pode verificar nos gráficos anteriores, para este nível de temperaturas, a expectativa de vida útil será sempre superior a 60.000H, conforme desejado, considerando uma corrente de funcionamento máxima de 700mA. Uma vez que o nível de corrente aplicado ronda os 600mA, o tempo de vida útil será ainda maior, sempre superior às 60.000H (embora nos gráficos este facto não esteja indicado, na prática isso irá de facto verificar-se). Dito de outra forma, considerando as mesmas 60.000H, o nível de depreciação será mais reduzido do que B10/L70, uma vez que as condições são mais favoráveis do que as inicialmente previstas.

## 5. Comentários finais

As luminárias para aplicação em iluminação pública a LED foram projectadas e desenvolvidas de acordo com os mais elevados padrões de exigência, assegurando uma elevada qualidade de iluminação e eficiência energética. Adicionalmente, dado o elevado tempo de vida útil apresentado, permitem uma redução significativa dos custos de exploração.

## 6. Observações