



DESCARBONIZAÇÃO PORTUÁRIA: LIÇÕES DAS MALDIVAS APLICADAS AO CONTEXTO PORTUGUÊS

Stefano Scarpa; Chris Cox; Hassan Muzni Mohamed; Mohamed Miusam Rasheed
ABL Group, Londres, UK; Maldives Ports Limited, Malé, Maldivas

stefano.scarpa@abl-group.com, chris.cox@abl-group.com, muzni@port.mv, miusam.rasheed@port.mv.

Resumo

A descarbonização da infraestrutura portuária é central para as estratégias climáticas. Em Portugal, é orientada pelo Sistema de Comércio de Emissões da UE (EU ETS), pelo Regulamento de Infraestruturas de Combustíveis Alternativos (AFIR) e pelo Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC 2030), que exigem monitorização de emissões, implementação de fornecimento de energia em terra (OPS) e eletrificação das operações portuárias. Este artigo apresenta um enquadramento estratégico baseado no estudo BlueShift das Maldivas, oferecendo insights para os portos portugueses alcançarem a descarbonização, o alinhamento regulatório e a melhoria operacional.

1. Lições das Maldivas – Estratégia de Eletrificação Portuária e de Terminais de Ferry

O projeto BlueShift das Maldivas, liderado pelo ABL Group em colaboração com a Maldives Ports Limited e outros parceiros¹, desenvolveu uma estratégia nacional de descarbonização marítima, focada na infraestrutura portuária e nos terminais de ferry. Este artigo concentra-se na eletrificação das instalações portuárias e da infraestrutura de carregamento de ferries, relevante para a implementação de OPS em larga e pequena escala.

Base de Energia e Emissões - Um inventário detalhado de GEE (Escopos 1–3) revelou que os edifícios portuários representavam até 70% do consumo energético (excluindo tráfego marítimo), com geração a diesel como fonte dominante.

Eficiência Energética – A eficiência energética deve ser o primeiro passo numa estratégia de descarbonização. Reduz a procura energética, as emissões e os custos, além de diminuir os investimentos em capacidade adicional para produção energética.

As medidas incluíram a modernização com HVAC² de alta eficiência, iluminação LED, aparelhos de baixo consumo, isolamento térmico, vidros de alta eficiência podem reduzir o consumo de energia entre 40% e 50%. Os painéis solares fotovoltaicos (PV) em telhados pode suprir as necessidades energéticas dos edifícios utilizando apenas 10% da área disponível, deixando capacidade para carregamento de futuro veículos elétricos e equipamentos. *As medidas de eficiência operacional para embarcações*, também aplicáveis a embarcações de apoio portuário, incluem - Gestão de bioincrustações: Revestimentos avançados e limpeza regular reduzem o arrasto e o consumo de combustível em até 10%; Otimização de velocidade: Uma redução de 10% na velocidade pode gerar uma economia de combustível e redução de emissão de 27%; Redução de tempo ocioso de motores: relevante para embarcações portuárias.

Infraestrutura de Carregamento - Foram projetados pontos de carregamento para 76 terminais de ferry. Este modelo é aplicável a embarcações portuárias (ex.: lanchas piloto, rebocadores), que operam em curtas distâncias e são ideais para carregamento em terra.

Projetos-Piloto - Locais-piloto como o Porto Comercial de Malé e o Terminal de Hulhumale alcançaram poupanças energéticas de 30–50%. Estes projetos validaram a viabilidade técnica e financeira e construíram capacidade institucional — essencial para a expansão.

¹ Arcsilea, HHX.blue, Gavin Allwright e Prof. Osman Turan (University of Strathclyde)

² Sistemas de climatização



Tabela 1. Comparação OPS Grandes Portos e Pequenos Ferrys

Característica	OPS em Grandes Portos	Carregamento de Ferrys
Tensão	6.6 kV – 11 kV	400 V – 690 V
Demanda da Rede	Alta	Moderada
Custo de Infraestrutura	€5–10M por cais	€100k–500k por estação
Compatibilidade	Porta-contentores, cruzeiros	Embarcações de serviço portuário
Use Case	Navios atracados	Paragens curtas e frequentes

2. Requisitos de OPS na UE e em Portugal

O OPS é obrigatório segundo o AFIR (Regulamento UE 2023/1804), exigindo que os portos da rede TEN-T ofereçam OPS para navios porta-contentores e de passageiros até 2030. Portos como Sines, Leixões, Lisboa, Setúbal e Aveiro são diretamente afetados.

Embora os portos não sejam emissores diretos no EU ETS, podem apoiar a conformidade dos navios através do OPS. O MRV aplica-se aos navios, mas os portos com OPS contribuem com dados de energia e emissões. O PNEC 2030 reforça esta exigência, promovendo a eletrificação das operações portuárias e a integração de fontes renováveis. O OPS é visto como um investimento estratégico para reduzir emissões e custos operacionais. Desafios de Implementação incluem: **melhorias na capacidade da rede elétrica** para suportar sistemas OPS de alta tensão; **custos de adaptação** de cais e subestações existentes; **compatibilidade dos navios**, que não estão equipados para receber energia em terra.

Apesar desses desafios, vários portos portugueses já iniciaram projetos-piloto: o Porto de Sines está testando a integração do OPS com energia solar (PV) e BESS; o Porto de Leixões está eletrificando guindastes e equipamentos portuários; e o Porto de Lisboa realizou auditorias energéticas e está se preparando para a implementação do OPS. Essas iniciativas são apoiadas por mecanismos de financiamento da União Europeia, como o programa Connecting Europe Facility (CEF) e o Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) de Portugal, que oferecem suporte financeiro para modernização de infraestrutura e inovação. Além disso, o recém-aprovado Net Zero Framework (NZF) da IMO introduziu um mecanismo de precificação de carbono para o transporte marítimo internacional. O uso de OPS em locais com matriz elétrica de baixo carbono, como Portugal, reduzirá custos de conformidade e aumentará a competitividade dos portos que oferecem energia em terra com baixa intensidade de carbono.

A implementação do OPS não é apenas uma obrigação regulatória, mas também um catalisador para uma descarbonização portuária mais ampla, permitindo a integração de energia renovável e sistemas digitais de monitoramento que apoiam a melhoria contínua.

3. Integração de OPS: Implicações para Energia e BESS

A implementação de OPS exige que os portos forneçam eletricidade estável e de alta tensão às embarcações atracadas, substituindo o uso de geradores a diesel a bordo. Essa mudança aumenta a demanda elétrica nos portos, especialmente durante os períodos de maior tráfego de navios. Sem um planejamento adequado, o OPS pode sobrecarregar a infraestrutura elétrica existente, causando gargalos ou problemas de fiabilidade.

Para mitigar esses riscos, os portos geralmente precisam: **Reforçar subestações e ligações à rede elétrica** para suportar as cargas do OPS; **Coordenar com os operadores da rede nacional** para garantir capacidade e redundância; e **Implementar sistemas inteligentes de gestão de carga** para equilibrar a demanda do OPS com outras operações portuárias.

A integração de BESS desempenha um papel essencial no apoio à implementação do OPS: O BESS **armazena energia renovável excedente** gerada localmente, tornando-a disponível durante os períodos de pico de uso do OPS; Permite a **redução de picos de consumo** (“peak shaving”), diminuindo a necessidade de expansão da rede. BESS proporciona **resiliência** durante falhas ou flutuações no fornecimento da rede elétrica.



No estudo das Maldivas, o BESS foi instalado em locais portuários prioritários, como o Porto de Malé e o Terminal de Hulhumale, onde apoiou a eletrificação dos edifícios e das embarcações. O projeto foi concebido com escalabilidade modular, baseada na demanda energética, incluindo a integração de sistemas fotovoltaicos flutuantes em locais com restrições de espaço terrestre.

Para os portos portugueses, estratégias semelhantes podem ser adotadas: **Painéis solares em telhados e áreas terrestres** podem compensar a demanda energética do OPS; **Sistemas solares flutuantes** podem ser considerados em portos com disponibilidade limitada de espaço, como Lisboa ou Setúbal — especialmente se houver dificuldades da rede em fornecer a energia necessária; A **dimensionamento do BESS** deve ser baseado nos perfis de carga do OPS, horários das embarcações e potencial de geração renovável.

4. Adaptação Estratégica do Roteiro das Maldivas para os Portos Portugueses

A estratégia de descarbonização das Maldivas oferece um modelo replicável que pode ser adaptado ao contexto português, especialmente para os principais portos que enfrentam pressão regulatória para implementar o OPS e reduzir emissões. Essa adaptação exige consideração das realidades operacionais locais, dos prazos regulatórios e da prontidão da infraestrutura.

A. Inventário de Emissões e Metodologia de Auditoria Energética - A abordagem das Maldivas começou com um inventário detalhado de emissões de GEE, utilizando o Protocolo GHG (Escopos 1, 2 e 3), com foco em edifícios portuários, equipamentos e eletricidade da rede. Os portos portugueses podem adotar metodologia semelhante, alinhando-se aos quadros nacionais de auditoria energética definidos pelo PNEC 2030 e apoiando os navios na conformidade com o EU ETS. Isso permite identificar ativos com altas emissões e priorizar intervenções com base na intensidade energética e na criticidade operacional.

B. Matriz de Priorização para Descarbonização - Uma matriz de priorização, como a utilizada nas Maldivas, pode ser adaptada aos portos portugueses avaliando: **Intensidade de emissões** dos ativos portuários; **Importância operacional** (ex.: terminais de contentores, cais de cruzeiros); **Urgência regulatória**, especialmente para conformidade com OPS até 2030. Portos como Sines e Lisboa, que movimentam grandes volumes de carga e passageiros, devem ser priorizados para a implementação de OPS e eletrificação de equipamentos..

C. Roteiro para OPS, Eletrificação e Energias Renováveis - O roteiro das Maldivas incluiu: **Melhorias de eficiência energética** para reduzir a demanda; **Integração de energia renovável** por meio de sistemas fotovoltaicos em telhados e flutuantes; **Implantação de BESS** para apoiar a estabilidade da rede e o fornecimento de OPS.

Os portos portugueses podem seguir uma abordagem faseada semelhante: **Fase 1:** Realizar auditorias energéticas e inventários de emissões; **Fase 2:** Reabilitar edifícios e eletrificar equipamentos; **Fase 3:** Implementar infraestrutura OPS nos cais prioritários; **Fase 4:** Integrar sistemas fotovoltaicos e BESS para compensar a demanda do OPS. Este roteiro apoia a conformidade com o Regulamento (UE) 2023/1804, além de contribuir para os objetivos climáticos nacionais e reduzir os custos operacionais a longo prazo.

D. Capacidade Institucional e Financiamento - Projetos-piloto nas Maldivas ajudaram a desenvolver capacidade institucional e testar tecnologias. Em Portugal, semelhantes e podem ser apoiados por: **Financiamento da União Europeia** (ex.: CEF Transport, Horizonte Europa); **Programas nacionais** (âmbito PRR); **Colaboração com parceiros académicos e industriais**.

5. O Papel dos Projetos-Piloto na Descarbonização Portuária

Os projetos-piloto são elementos fundamentais para o sucesso das estratégias de descarbonização portuária. Funcionam como ambientes controlados para testar novas tecnologias, validar pressupostos e desenvolver capacidade institucional antes da expansão para todo o porto ou para uma rede nacional.

No projeto BlueShift das Maldivas, as iniciativas-piloto foram utilizadas para: **Testar a integração de BESS** e painéis solares flutuantes em locais portuários selecionados; Avaliar o desempenho de medidas de **eficiência energética**; Analisar a **viabilidade da eletrificação** de equipamentos



e veículos; **Identificar barreiras** operacionais, técnicas e financeiras à implementação.

Esses projetos forneceram dados valiosos sobre poupança energética, redução de emissões e retorno sobre o investimento. Por exemplo, no Porto Comercial de Malé, as medidas de eficiência energética combinadas com energia solar e BESS foram projetadas para reduzir o consumo energético em até 50%, diminuindo significativamente a dependência da geração a diesel.

Nos portos portugueses, os projetos-piloto podem desempenhar um papel igualmente transformador. Permitem que as autoridades portuárias: **Reduzam os riscos** da implementação do OPS ao testar a integração com a rede elétrica, a compatibilidade dos navios e os procedimentos operacionais; **Demonstrem a contribuição para a conformidade dos navios** com regulamentos da UE, como o **AFIR e o EU ETS**; **Atraiam financiamento** da UE, de fontes nacionais e, potencialmente, de parceiros privados, ao evidenciar prontidão e inovação; **Envolvam stakeholders**, incluindo companhias de navegação, fornecedores de energia e comunidades locais, no processo de descarbonização.

Locais-piloto estrategicamente selecionados — como terminais de contentores ou cruzeiros com elevado tráfego em Lisboa, Sines ou Leixões — podem servir de modelo para uma implementação nacional. Esses projetos devem ser concebidos com indicadores-chave de desempenho (KPIs) claros, incluindo: **Redução de emissões** de GEE; **Poupança** energética e financeira; **Disponibilidade do OPS e taxas de utilização** por embarcações; **Lições aprendidas** para expansão e replicação.

Ao investir em projetos-piloto bem estruturados, os portos portugueses podem acelerar a transição para operações de baixo carbono, minimizando riscos e maximizando o impacto..

6. Caminhos Estratégicos para a Descarbonização Portuária em Portugal

A descarbonização da infraestrutura portuária deixou de ser uma ambição futura — é hoje uma necessidade urgente, moldada por regulamentos da União Europeia, metas climáticas nacionais e pelas realidades operacionais da logística marítima moderna, como evidenciado pela Estratégia de Neutralidade Climática da IMO e pelo seu Quadro de Net Zero. O projeto BlueShift das Maldivas oferece um modelo valioso aos portos portugueses, demonstrando como intervenções em eficiência energética, integração de fontes renováveis e eletrificação da infraestrutura podem gerar benefícios ambientais e económicos mensuráveis.

Principais conclusões:

- **Auditorias energéticas e inventários de emissões** são fundamentais para identificar oportunidades de descarbonização com alto impacto. Recomenda-se que os portos portugueses adotem metodologias alinhadas ao Protocolo GHG para apoiar a conformidade com o EU ETS e o MRV.
- O **OPS** é simultaneamente uma exigência regulatória e um investimento estratégico. O seu sucesso depende da prontidão da rede elétrica, da compatibilidade dos navios e da integração com energia renovável e BESS.
- **BESS e sistemas solares fotovoltaicos (incluindo instalações flutuantes)** podem reforçar a resiliência energética e reduzir a dependência de combustíveis fósseis, especialmente em portos com restrições de espaço físico.
- **Projetos-piloto** são essenciais para reduzir riscos na adoção de novas tecnologias, desenvolver capacidade institucional e garantir o envolvimento dos stakeholders. Devem ser concebidos com indicadores-chave de desempenho (KPIs) claros e escalabilidade.
- A **adaptação do roteiro das Maldivas ao contexto português** exige priorização com base na intensidade de emissões, na criticidade operacional e nos prazos regulatórios. Portos como Sines, Lisboa e Leixões estão bem posicionados para liderar essa transição.

Ao traduzir boas práticas internacionais em estratégias concretas, os portos portugueses podem acelerar a sua jornada rumo à neutralidade climática até 2050. Este trabalho também oferece um modelo replicável para outros países costeiros e da UE.