

# Web Application on Monitoring the Potential of Sustainable Bs Locations for Mobile Networks

O setor das Telecomunicações enfrenta atualmente diversos desafios: estagnação/crescimento limitado das receitas, custos operacionais elevados, em particular com o aumento generalizado das tarifas energéticas, e ainda a pressão para cumprir metas ambientais, espelhados nos objetivos de ordem Ambiental, Social e Governança (*Environmental, Social and Governance, ESG*) e de Emissões Zero (*Net Zero*). Estes fatores colocam em causa a rentabilidade e sustentabilidade das operadoras, bem como a evolução do negócio. Perante este cenário, torna-se essencial encontrar soluções que permitam reduzir custos, aumentar a eficiência espectral e energética, e garantir uma transição para fontes de energia mais sustentáveis, assegurando ao mesmo tempo a Qualidade de Serviço (QoS) do utilizador.

É neste contexto que surge este projeto, com o objetivo geral de avaliar o potencial da utilização das energias solar e eólica, para alimentar de forma direta as estações base pertencentes à Rede de Acesso Rádio (RAN), de forma mais eficiente e sustentável. A partir da obtenção de medidas experimentais, e também utilizando dados reais de operador (provenientes de uma parceria com a indústria), foi possível criar uma solução que contribua para que os operadores possam tomar decisões mais informadas e conscientes, rumo à transição energética e à integração de redes móveis mais eficientes, seja do ponto de vista do desempenho tecnológico, seja do ponto de vista financeiro.

A solução desenvolvida destina-se, em primeiro lugar, às operadoras de rede móvel, que poderão utilizá-la no suporte à decisão, para identificar localizações com maior potencial de utilização de energia renovável e reduzir custos energéticos. Para além da eventual poupança energética, a integração de fontes renováveis permite às estações base manterem-se operacionais mesmo durante eventuais falhas no fornecimento elétrico, garantindo uma melhor continuidade de serviço, mesmo em cenários de apagão. Adicionalmente, também os utilizadores das redes móveis beneficiam diretamente, já que contam com uma rede mais fiável e resiliente, e eventualmente com tarifários mais reduzidos resultantes da poupança energética atingida pelos próprios operadores. Por fim, a sociedade em geral é beneficiada pela redução de emissões e pelo impulso à transição energética do setor das telecomunicações, rumo à sustentabilidade.

Para dar resposta a estes desafios, foi desenvolvida uma solução integrada composta por hardware e software, capaz de monitorizar o potencial renovável de diferentes localizações e apoiar as operadoras na decisão de adoção de soluções híbridas. O sistema inclui uma estação meteorológica equipada com um sensor solar e outro eólico, um microcontrolador para processamento local dos dados, e ainda conectividade via *Wireless Local Area Network* (WLAN/ Wi-Fi) para o computador pessoal, que por sua vez assegura o encaminhamento/armazenamento de informação na *cloud*. Os dados recolhidos são depois apresentados numa *WebApp*, desenvolvida pela equipa, que permite visualizar o desempenho energético em tempo real e avaliar a viabilidade da implementação de estações base híbridas (solar, eólica e rede elétrica).

A plataforma oferece quatro funcionalidades principais:

1. **Análise em Tempo Real:** permite observar a produção energética com base nas fontes de energia renováveis disponíveis;
2. **Análise de Localização:** identifica os locais com maior potencial energético renovável para a construção de futuras estações base;
3. **Análise de estação Base:** estima o ganho de sustentabilidade e a poupanças energética para uma estação base existente, em operação;
4. **Análise de Rede:** permite extrapolar os resultados individuais por estação base a nível distrital ou nacional, apoiando o planeamento estratégico das operadoras na construção e transição energética das suas redes.

Através da aplicação da solução em diferentes cenários e consequente análise de resultados, foi possível comprovar o valor acrescentado da integração direta de fontes renováveis nas estações base. Efetivamente, verificou-se que as produções solares e eólicas são complementares, garantindo uma maior estabilidade energética ao longo do ano, o que conduz ao aconselhamento de uma solução de alimentação híbrida, dependente da energia solar, eólica e da rede elétrica convencional. De sublinhar que a implementação da solução depende da configuração da estação-base, no que diz respeito ao local, espaço disponível e infraestrutura de suporte.

Do ponto de vista do modelo de negócio, foi ainda realizada uma análise financeira baseada num modelo de fluxo de caixa descontado (*Discounted Cash Flow, DCF*), considerando uma vida útil de 10 anos por estação base, uma taxa de imposto de 23% e um custo médio de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) de 4,5%. Com base nestes pressupostos, estimou-se que a adoção da solução permite reduzir os custos operacionais em até 24% e aumentar os lucros anuais em cerca de 3%, quando aplicada a um universo de 4 000 estações base (dimensão típica de um operador móvel a nível nacional). A poupança média por estação base depende do tipo de ambiente em que se insere: aproximadamente 1 240 € por ano em zonas densamente urbanas, 2 070 € em zonas urbanas, 3 100 € em zonas suburbanas e 1 800 € em zonas rurais. A análise distrital permitiu ainda identificar regiões com elevado potencial de utilização de renovável, como Bragança (75%) e Évora (67%), reforçando o valor da ferramenta no apoio à expansão estratégica da rede.

Em termos ambientais, a implementação desta solução permite evitar a emissão de 3,2 toneladas de CO<sub>2</sub> por estação base por ano, o que representa 12 880 toneladas de emissões evitadas anualmente numa potencial aplicação em larga escala, pelo que contribui ativamente para os compromissos de neutralidade carbónica do setor.

Concluindo, acreditamos que este projeto tenha desenvolvido uma solução com valor social, apoiando a inadiável transição energética e, em paralelo, o desenvolvimento das redes de telecomunicações atuais e futuras progressivamente mais eficientes, resilientes e amigas do ambiente.