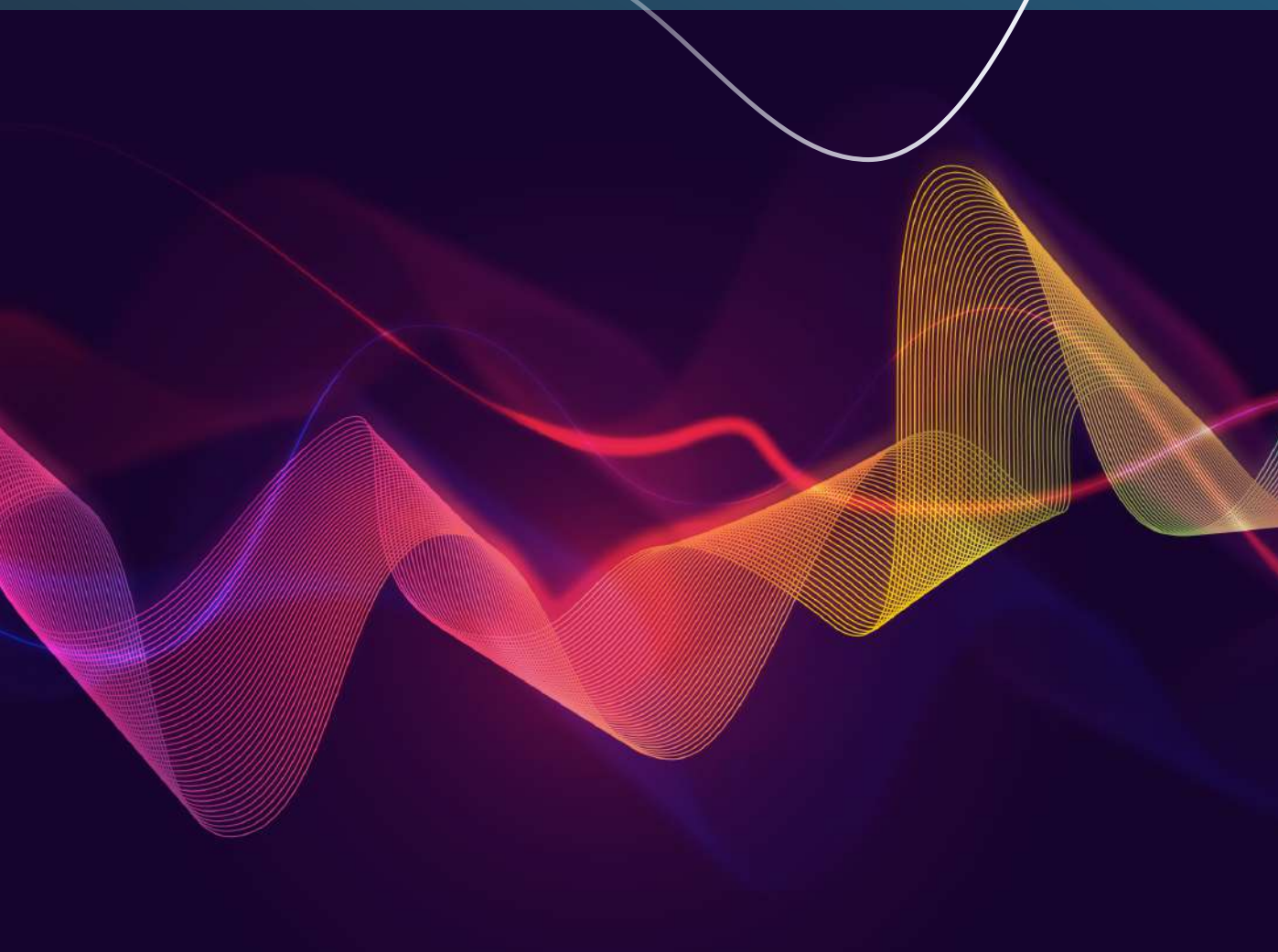




Como a *maximização* da eficiência energética na *RAN* contribui com a economia e a conectividade sustentável

Na corrida para um futuro mais verde, a Rede de Acesso por Rádio (RAN) é uma das principais forças!



Impulsionando o Futuro da Telecom no Brasil

É com grande satisfação que anunciamos a chegada da Capgemini Engineering ao Brasil. Tenho a honra de apresentar nossa prática agora local de engenharia, pesquisa e desenvolvimento.

A Capgemini Engineering está pronta para redefinir o futuro da Telecom no Brasil, oferecendo soluções inovadoras e sustentáveis que integram software e hardware, essenciais para a criação de novos produtos e serviços que agregarão valor ao seu negócio, ecossistema e clientes.

Nossas soluções específicas para a indústria de telecomunicações estão desenhadas para transformar ofertas legadas em plataformas digitais avançadas, otimizando sua jornada digital e assegurando resultados mensuráveis e impactantes.

Para aqueles que estão à frente da transformação de negócios em telecomunicações, nosso compromisso é claro: acelerar a entrega de valor tangível.

Através de nossa abordagem orientada por produtos e processos de inovação, você terá à disposição ferramentas que não apenas modernizam as operações, mas que também elevam a experiência do cliente, potencializam a geração de receitas e garantem uma vantagem competitiva sustentável.



Ricardo Fernandez
Vice President at Capgemini
Energy & Telecom

Quer conhecer mais sobre esse tema? Confira o que você vai encontrar aqui:

- O estado atual do consumo de energia em RAN e seu impacto econômico e ambiental
- Os principais desafios técnicos e operacionais na implementação de soluções de economia de energia em RAN
- As estratégias recomendadas para os operadores de rede adotarem medidas eficazes de economia de energia
- Detalhes da abordagem de industrialização da economia de energia em RAN
- Oportunidades com a chegada de tecnologias como 5G Advanced e 6G e outras que estão por vir



Introdução

O consumo de energia das redes móveis representa uma parte significativa dos gastos operacionais (OPEX), estimado entre 20% e 40%. Esse valor é ainda maior em regiões com uso intensivo de diesel, como o Sudeste Asiático e a África. Em 2020, o custo anual global de energia para operar redes móveis foi de cerca de \$25 bilhões, um valor provavelmente maior agora em função de desafios econômicos globais, como a crise energética e a inflação.

De acordo com a pesquisa “Por que o Gerenciamento de Energia é Crítico para o Sucesso do 5G”, realizada pela consultoria de telecomunicações SLT Partners em conjunto com a Vertiv, até 2026, as redes de telecom consumirão entre 150% e 170% mais energia do que consomem atualmente. A pesquisa aponta que apesar das redes 5G serem até 90% mais eficientes do que suas antecessoras de 4G, elas ainda precisam de muito mais energia devido à maior densidade da rede, à grande dependência que têm dos sistemas de TI, ao aumento no uso da rede e ao crescimento acelerado do tráfego.

A Rede de Acesso por Rádio (Radio Access Network – RAN) representa a maior parte desse gasto, quase 80% do consumo de energia da rede, tornando-se um alvo principal dos esforços para a economia de energia, não só reduzindo custos, como também diminuindo a pegada de carbono, o que privilegia a sustentabilidade ambiental.

À medida que a sociedade se beneficia do avanço exponencial e contínuo das tecnologias digitais, impulsionando o crescimento da demanda de conectividade, essa necessidade de eficácia energética se intensifica. Por exemplo, o consumo de eletricidade das operadoras em 2023 foi de 133 TWh (terawatt-hora) - e estima-se que esse valor quadruplique em 2025.

Consumo de energia nas redes móveis

É a hora de agir!

■ Gasto com energia



1

20% a 40%

do OPEX de telecom se deve à energia, dos quais 10% vem do diesel



1

133 TWh por ano

foi o consumo de eletricidade das operadoras móveis em 2023 e quadruplicará em 2025



2

US\$ 30 bilhões por ano

é o gasto das operadoras com energia globalmente - média de US\$ 1,6 bilhão por operadora

■ RAN ■ Core ■ Data Center ■ Outros



1

73%

é a participação da RAN no consumo total de energia de uma operadora

Eficiência energética e sustentabilidade: prioridade das operadoras - quase 85% classificam como “muito” ou “extremamente” importantes.

1 GSMA Intelligence - A blueprint for green networks

2 Ericsson - Saving energy while maintaining customer experience

Estado atual do consumo de energia em RAN

As RANs consomem a maior parte da energia nas redes móveis, devido à natureza intensa de suas operações. As diferentes gerações de tecnologias de rede (2G, 3G, 4G, 5G...) têm níveis variados de eficiência energética. O 5G, por exemplo, é projetado para ser mais eficiente em termos de energia do que as gerações anteriores, mas sua implementação e operação ainda encontram barreiras como – principalmente, mas não somente – o custo elevado.

Impacto das tecnologias de rede

2G e 3G

Essas tecnologias mais antigas são menos eficientes energeticamente e ainda estão em uso em muitas regiões, aumentando o consumo geral de energia.

4G

Embora mais eficiente que 2G e 3G, o 4G ainda contribui significativamente para o consumo de energia.

5G

Oferece melhor eficiência energética, mas a densidade e a complexidade da rede aumentam os requisitos de energia.

Desafios globais

Fatores globais como crise energética e inflação têm pressionado ainda mais os custos operacionais das redes móveis. Além disso, a sociedade mundial segue avaliando com mais e mais rigor o compromisso das organizações com ESG (sustentabilidade ambiental, social e de governança) e as operadoras são alvo constante de críticas nesse sentido.

Por isso, nunca foi tão urgente que o setor de telecom atravesse um processo de industrialização da economia de energia em RAN, o que implica na implementação sistemática e escalável de soluções tecnológicas para reduzir o consumo de energia nas redes, integrando múltiplas tecnologias e fornecedores, e garantindo compatibilidade e interoperabilidade, sem comprometer a qualidade do serviço (QoS) e, conseqüentemente, a qualidade da experiência do usuário (QoE).

No Brasil, as operadoras de telecomunicações têm acelerado projetos de energia limpa para reduzir emissões e economizar. Muitas estão investindo em energia solar e eólica para alimentar suas operações, buscando não apenas economias de custo, mas também atender às crescentes demandas de sustentabilidade. Empresas brasileiras têm planos ambiciosos de adotar 100% de energia renovável em suas operações até 2025, demonstrando um compromisso significativo com a redução da pegada de carbono e a sustentabilidade ambiental.

Além disso, a Enel e as grandes operadoras do Brasil têm implementado iniciativas de eficiência energética, como a modernização de suas infraestruturas com tecnologias mais eficientes e o desenvolvimento de projetos de autogeração de energia limpa.

É importante frisar, no entanto, que todas essas iniciativas – tão essenciais para mitigar os custos crescentes de energia e atender às expectativas de ESG da sociedade – exigem a capacidade de criar KPIs precisos, abrangentes e efetivos, que possam medir os progressos obtidos para, assim, otimizar continuamente os esforços.

Pontos de atenção para a Industrialização da Economia de Energia em RAN

Rede heterogênea e falta de padrões: integrar múltiplas tecnologias e fornecedores com interfaces não padronizadas dificulta a eficiência energética.

Equilíbrio entre economia de energia e QoE: manter o desempenho e qualidade do serviço sem comprometer a economia de energia é um desafio.

Consideração de ROI e pegada de CO²: custos iniciais e a pegada de CO² das soluções exigem avaliação cuidadosa do retorno sobre o investimento.

Falta de dados em tempo real: dados em intervalos de 15 minutos dificultam respostas rápidas a mudanças no tráfego, impactando a QoS.

Falta de solução em escala: soluções de IA (Inteligência Artificial) e ML (Machine Learning) precisam ser escaláveis e adaptáveis para grandes volumes de dados e ambientes dinâmicos.

O futuro dos operadores: trajetórias e oportunidades

Para avaliar os benefícios potenciais e ganhar confiança na capacidade de superar os desafios, os operadores devem realizar testes começando por uma simulação baseada em dados reais da rede.

As simulações são livres de riscos, sem impacto na rede e podem ajudar a avaliar retornos, viabilizando posteriores testes de campo e, em seguida, a implantação de uma solução industrial mais bem-ajustada. Com essa abordagem, os operadores podem realizar economias de energia imediatas.

Para se preparar para o futuro, operadores e NEPs precisam acelerar a adoção do Open RAN. Por meio de interfaces padronizadas, virtualização da RAN e casos de uso habilitados por IA/ML, o Open RAN pode desempenhar um papel central na aceleração da industrialização da economia de energia em RAN e impulsionar a inovação.

Implementação de simulações

- **Realidade simulada com dados concretos:** utilizar dados reais da rede para realizar simulações pode ajudar a prever economias de energia sem impactar a operação atual da rede.

- **Testes de campo:** após a simulação, os operadores podem realizar testes de campo para validar as previsões e ajustar as soluções conforme necessário.



Estamos comprometidos em facilitar a revolução na Economia de Energia em Redes de Acesso por Rádio (RAN)

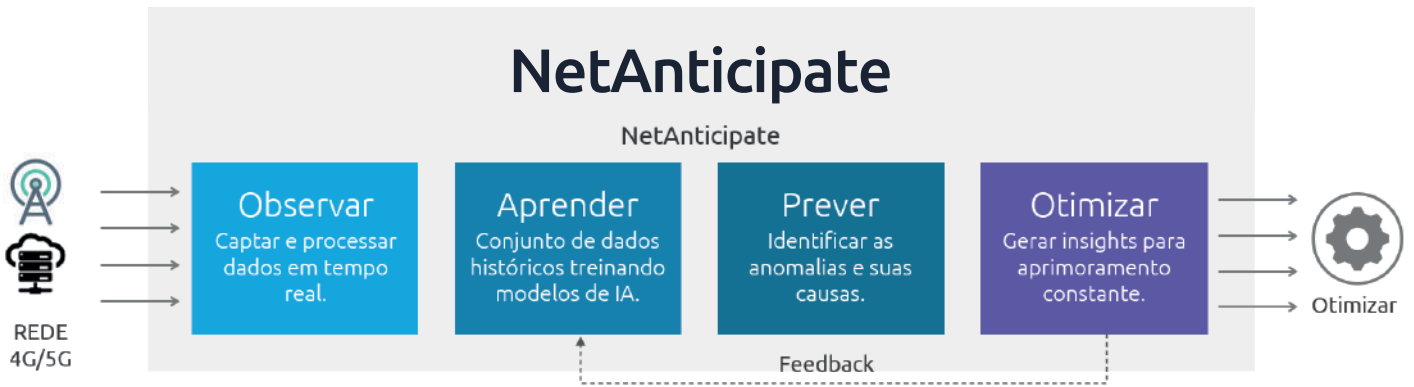
Nossa postura de Economia de Energia em RAN não apenas adota uma abordagem de IA nativa, como representa um avanço significativo na industrialização da eficiência energética para redes de telecomunicações. Completamente alinhada às rigorosas especificações da 3GPP e da O-RAN Alliance, nossa abordagem é aberta, independente de fornecedor e personalizável para integrar perfeitamente em redes que utilizam múltiplos fornecedores.

Com as técnicas avançadas de IA do nosso algoritmo NetAnticipate, ajudamos a correlacionar métricas diversas e fornecer inteligência preditiva e operacional em tempo real. Nosso framework de automação em loop fechado garante o aprendizado contínuo, otimizando a economia de energia de forma proativa na rede.

Demonstramos sua eficácia em simulações baseadas em dados reais contínuos, antes de implementá-la efetivamente na rede para alcançar economias substanciais.

O algoritmo NetAnticipate prevê anomalias, toma decisões autônomas e dispara ações preventivas, analisando grandes volumes de dados em tempo real e ajustando os parâmetros da rede automaticamente.

Com a Capgemini, as operadoras podem confiar em uma parceria que, além de reduzir custos operacionais, promove sustentabilidade ambiental de ponta nas telecomunicações globais e preserva os níveis de qualidade de serviço.

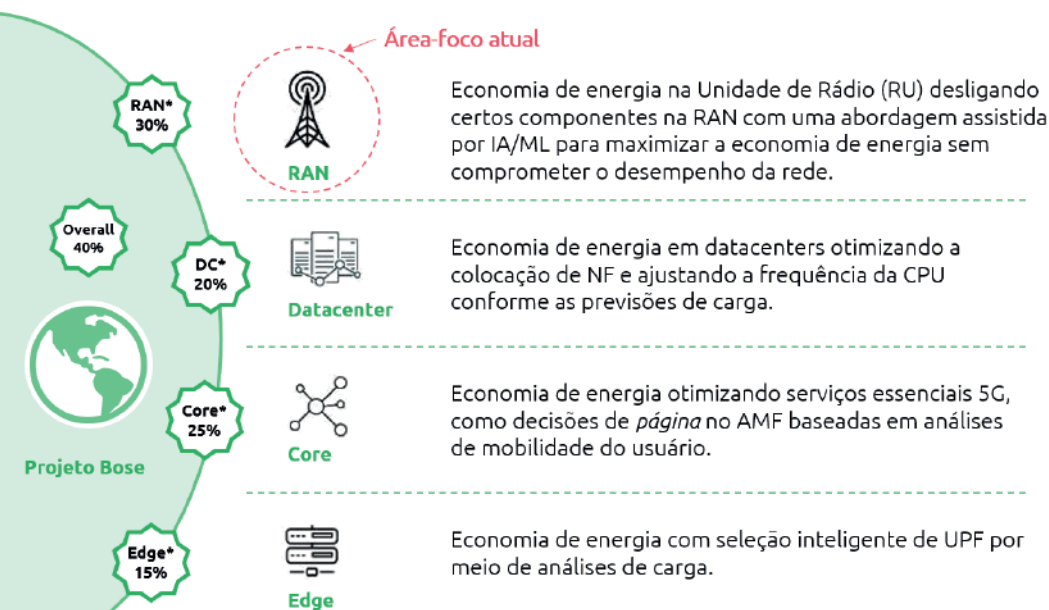


Abordagem holística e aberta

- **Compatibilidade com 3GPP e O-RAN:** a solução é compatível com as principais especificações e padrões da indústria, garantindo interoperabilidade e facilidade de integração.
- **Agnóstica em relação ao fornecedor:** a solução pode ser adaptada para funcionar com equipamentos de diferentes fornecedores, proporcionando flexibilidade e escalabilidade.
- **Framework NetAnticipate:** utiliza IA avançada para correlacionar métricas diversas e fornecer insights operacionais em tempo real e preditivos.

Projeto Bose

Uma abordagem holística de economia de energia em toda a RAN – edge e core



*Economias possíveis conforme estudo

Diferenciais em destaque:

Agnóstico quanto ao Fornecedor

Garantia de QoS

Suporte à simulação

Conformidade com padrões

Solução comprovada

Reconhecimentos do setor



2023 Winner



2023 Winner



2022 Finalist



Oportunidades promissoras no horizonte

A chegada da tecnologia 5G-Advanced e a antecipação da tecnologia 6G trarão ainda mais oportunidades. Novas tecnologias estão a caminho, como Superfícies de Reflexão Inteligentes (IRS) e beamforming adaptativo usando técnicas de sensoriamento, também conhecidas como JCAS (Comunicação Conjunta e Sensoriamento).

Combinadas, essas tecnologias tornarão as redes futuras mais eficientes em energia e nativamente sustentáveis. Estamos investindo profundamente na pesquisa dessas tecnologias com parceiros acadêmicos e industriais para construir um futuro ainda mais sustentável.

Capgemini 5G Lab Portugal: impulsionando a inovação e a sustentabilidade no setor de telecomunicações

O Capgemini 5G Lab Portugal é um exemplo do nosso comprometimento com a evolução das telecomunicações. Ele tem o propósito de capacitar empresas e profissionais para inovar e desenvolver redes mais eficientes, oferecendo uma rede 5G completa, com acesso global 24/7, preparada para suportar diversos testes e casos de uso.

É nesse espaço de inovação que técnicas como reconfiguração massiva MIMO Rx/T são experimentadas para promover redes mais sustentáveis.

Capgemini 5G Lab Portugal

- **Centro de excelência em 5G**
- **Inovação e parcerias**
- **Infraestrutura avançada**
- **Rede completa e acessível**
- **Sustentabilidade**
- **Eficiência energética**
- **LaaS**
- **Capacitação**
- **Casos de uso e parcerias**

Tecnologias emergentes

5G-Advanced e 6G: a evolução das tecnologias de rede trará novas oportunidades para melhorar a eficiência energética e a sustentabilidade.

Superfícies de reflexão inteligentes (IRS): essas superfícies podem redirecionar sinais de rádio de forma eficiente, melhorando a cobertura e reduzindo o consumo de energia.

Beamforming adaptativo e JCAS: técnicas avançadas de beamforming e sensoriamento conjunto podem otimizar a utilização de energia nas redes futuras.



A Industrialização da Economia de Energia em RAN é um passo essencial e estratégico para reduzir os custos operacionais e a pegada de carbono das redes móveis. Com os avanços tecnológicos e a crescente pressão para sustentabilidade, é imperativo que operadores de redes móveis adotem abordagens inovadoras e integradas para enfrentar esses desafios.

Benefícios de uma abordagem integrada

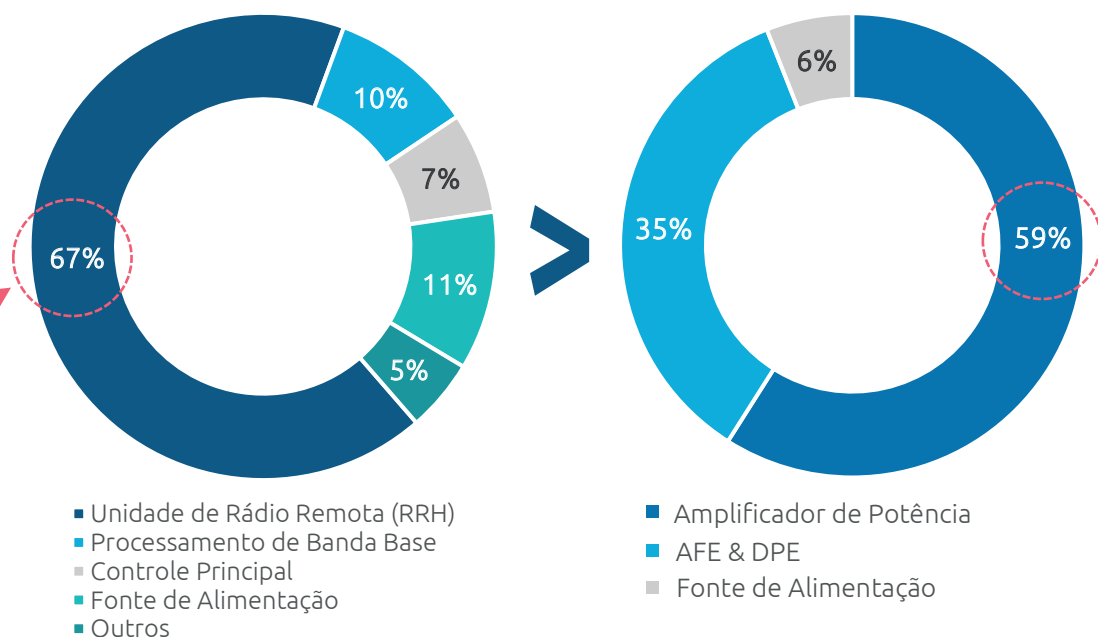
Adotar uma abordagem integrada e baseada em IA, como a proposta pela Capgemini, oferece diversos benefícios, incluindo:

- **Alta redução de custos operacionais:** otimizando o consumo de energia, os operadores podem reduzir significativamente os custos associados à operação de redes móveis.
- **Sustentabilidade ambiental:** a diminuição do consumo de energia contribui diretamente para a redução da pegada de carbono das operadoras, alinhando-se às metas globais de sustentabilidade.
- **Melhoria da eficiência operacional:** soluções baseadas em IA permitem uma gestão mais inteligente e eficiente dos recursos de rede, garantindo um desempenho otimizado sem comprometer a qualidade do serviço.
- **Preparação para o futuro:** a adoção de tecnologias emergentes e a preparação para futuras evoluções, como 5G-Advanced e 6G, posicionam a operadora na vanguarda da inovação tecnológica.

Uso de energia pela Rede de Acesso por Rádio

Detalhamento do consumo de energia na RAN

Na RAN, a Unidade de Rádio Remota (RRH/RU) consome a maior parte da energia, representando tipicamente 67% do consumo total de energia da RAN. Dentro da RRH, o Amplificador de Potência é o maior consumidor, representando aproximadamente 59% do total consumido pela RRH/RU.



Desafios e Recomendações

Apesar dos benefícios, a implementação de soluções de economia de energia em RAN apresenta desafios significativos. É crucial que as operadoras:

- 1. Realizem avaliações detalhadas e simulações:** antes de implementar soluções em larga escala é essencial conduzir simulações baseadas em dados reais para avaliar o impacto e a viabilidade das medidas propostas.
- 2. Garantam a compatibilidade e interoperabilidade:** as soluções devem ser compatíveis com uma ampla gama de equipamentos e fornecedores, garantindo uma integração suave e eficiente.
- 3. Monitorem e avaliem continuamente:** a implementação de sistemas de monitoramento contínuo e avaliação é crucial para garantir que as economias de energia projetadas sejam alcançadas e mantidas.

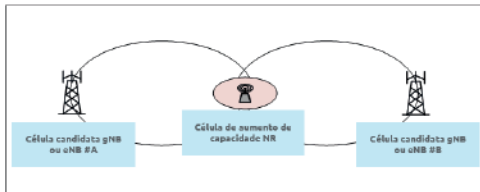
A Capgemini, com sua abordagem inovadora e tecnologias avançadas, é reconhecida por liderar a transformação na Economia de Energia em RAN. Ao colaborar com parceiros estratégicos e adotar soluções baseadas em IA, as operadoras podem não apenas reduzir custos, como também contribuir para um futuro mais sustentável e eficiente em termos de energia.

Economia de energia impulsionada por IA na RAN

Visão geral da solução de Economia de Energia na RAN

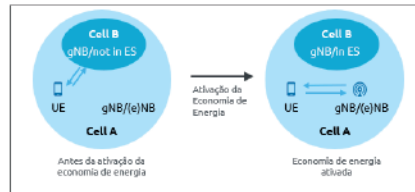
A solução, por meio de múltiplos casos de uso, permite a economia de energia na RU/RRH desligando certos componentes na RAN. Ela utiliza métodos assistidos por IA/ML para determinar os horários de desligamento/ligamento e as configurações, a fim de maximizar a economia de energia sem comprometer o desempenho da rede. A solução se aplica tanto à O-RAN quanto à RAN tradicional.

1A. Desligamento de Células - Sobreposição Parcial



Desligamento de células com sobreposição parcial por células candidatas.

1B. Desligamento de Células - Sobreposição Total



Desligamento de células com sobreposição total por células candidatas.

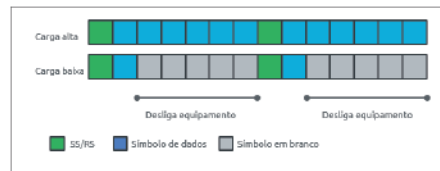
2. Desligamento de Operadoras



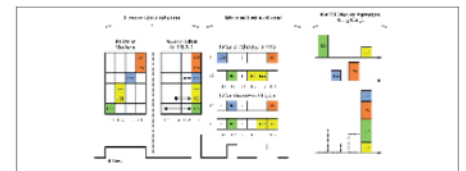
3. Desligamento de Canais RF



4. Micro Sleep (DTx)



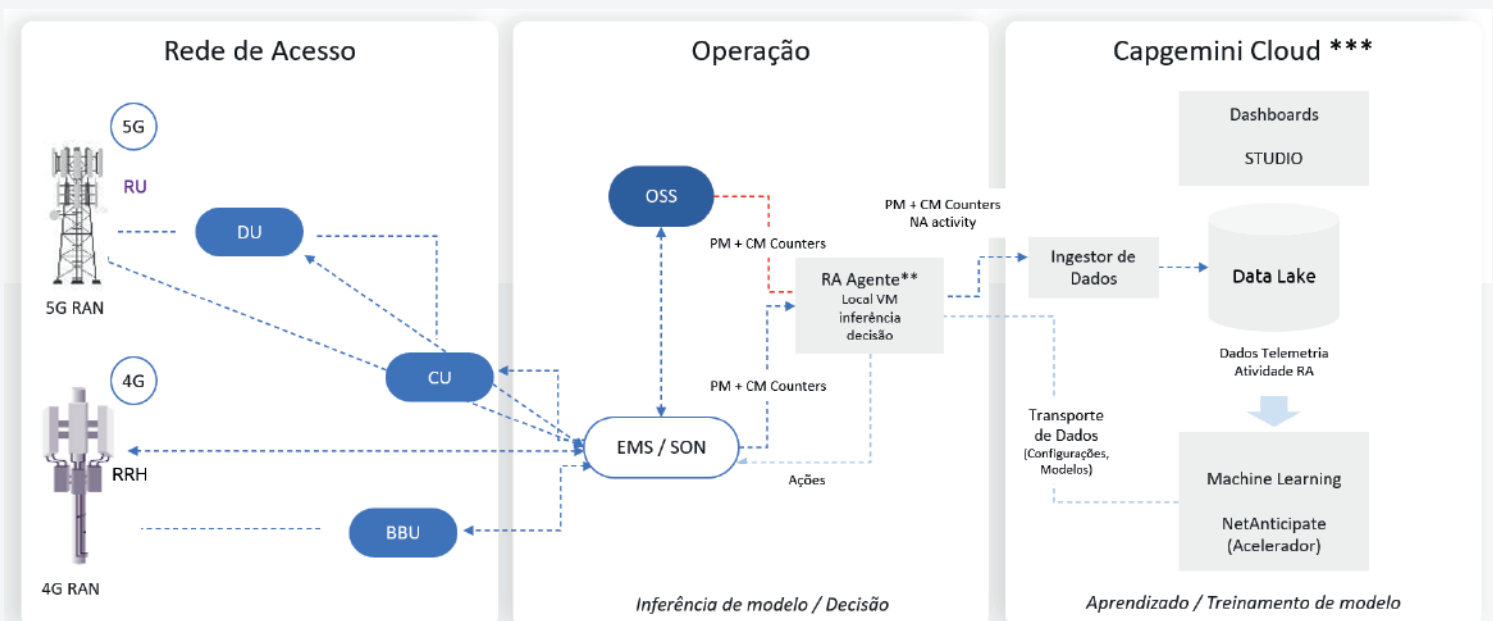
5. Agendamento Inteligente para DTx



* Observação: alguns recursos são possíveis apenas em O-RAN ou se o fornecedor da RAN suportar essa funcionalidade na RAN tradicional.

Como juntar isso tudo

Uma arquitetura de referência conjunta* que aproveita o melhor dos recursos avançados de Data & AI da Capgemini e seus parceiros



* A validação da arquitetura de referência detalhada ainda está em andamento antes da primeira implantação ao vivo na rede de produção em larga escala

** Opcionalmente, o Agente RA pode residir no data center do CSP para ficar mais próximo da rede de acesso ou em uma nuvem pública, dependendo dos requisitos de privacidade e segurança de dados do CSP

*** Dependendo do modelo de implantação acordado com o CSP, ele pode ser executado no local da Capgemini Cloud (modelo SaaS) ou no local do cliente (modelo de serviços gerenciados)

A jornada para a Industrialização da Economia de Energia em RAN é desafiadora, mas com a estratégia e as ferramentas certas, é possível alcançar um impacto significativo tanto nos custos operacionais quanto na sustentabilidade ambiental. A Capgemini está comprometida em apoiar as operadoras nessa transformação, oferecendo soluções robustas e escaláveis para enfrentar os desafios do futuro.

Fale com nossos especialistas

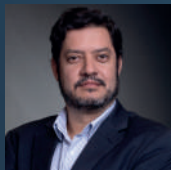
Se você pretende iniciar ou aprimorar sua jornada para a Industrialização da Economia de Energia em RAN, converse com nosso time de especialistas:



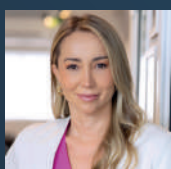
Andre Ricardo da Costa Alencar
andre.alencar@capgemini.com



Filipi de Barros Baggiotto
filipi.baggiotto@capgemini.com



Guilherme de Albuquerque Duarte
guilherme.duarte@capgemini.com



Isabela Maria Skerratt
isabela.skerratt@capgemini.com



Ricardo Fernandez
ricardo.fernandez@capgemini.com



Subhankar Pal
subhankar.a.pal@capgemini.com

Sobre a Capgemini

A Capgemini é líder global em parceria com empresas para transformar e gerenciar seus negócios, aproveitando o poder da tecnologia. O Grupo é guiado todos os dias pelo propósito de liberar a energia humana por meio da tecnologia para um futuro inclusivo e sustentável. É uma organização responsável e diversificada de mais de 360.000 membros da equipe em mais de 50 países. Com sua forte herança de 55 anos e profunda experiência no setor, a Capgemini tem a confiança de seus clientes para atender a toda a amplitude de suas necessidades de negócios, desde estratégia e design até operações, alimentadas pelo mundo inovador e em rápida evolução da nuvem, dados, IA, conectividade, software, engenharia digital e plataformas. O Grupo relatou em 2022 receitas globais de €22 bilhões.