

# Green Future Networks

José Miguel Pereira<sup>[a89596]</sup>, Rui Guilherme Monteiro<sup>[a93179]</sup>, and Rui  
Moreira<sup>[a93232]</sup>

Universidade do Minho, Braga  
Departamento de Informática  
email: {a89596,a93179,a93232}@alunos.uminho.pt

**Abstract.** Anualmente, a atividade humana liberta mais de 50 mil milhões de toneladas métricas de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono e metano, na atmosfera, o que causa um aumento contínuo a temperatura do nosso planeta.[1] Atualmente, há um esforço para reduzir as emissões de um modo geral, sendo que as redes de computadores não são exceção. Existe uma preocupação em torná-las energeticamente mais eficientes, para atingir metas ambiciosas de eficiência energética e redução de emissões, definidas por governos e organizações internacionais como a ONU, G20 e UE.[2]

## 1 Introdução

O componente de redes de telecomunicações é apenas uma pequena parte da energia total (1,8%) do uso global de eletricidade[3]. O consumo de energia do setor só aumentou lentamente ao longo do tempo, apesar das taxas exponenciais de crescimento de dados. Ainda assim, há a necessidade de melhorar a infraestrutura e tecnologia, de modo a suportar o crescimento inevitável de tráfego de dados, sem comprometer a componente ecológica e construindo um mundo sustentável.[2]

## 2 Green Networks

Uma rede consiste em dois ou mais computadores, que estão ligados para partilhar recursos, trocar ficheiros ou permitir comunicações electrónicas. Os computadores numa rede podem estar ligados por cabos, por linhas telefónicas, ondas radio, satélites ou feixes de luz infravermelha.

No caso de uma rede verde, há a preocupação de torná-la o mais eficiente possível em vários aspetos, reduzindo a sua pegada ambiental, selecionando tecnologias e produtos energeticamente eficientes. Algumas estratégias que são implementadas em redes verdes são o dimensionamento de rede sob demanda através do uso de inteligência artificial, além da utilização estudada de equipamentos e arquiteturas de diferentes tipos, minimizando o uso de recursos.[3]

A questão das redes verdes tem muitas aplicações importantes, especialmente porque a energia se torna mais cara e as pessoas se tornam mais conscientes dos efeitos negativos do consumo de energia no meio ambiente.

### 3 Evolução das redes

Novos requisitos de serviço e aumentos de tráfego de dados são a razão da evolução da rede sem fio. O rápido desenvolvimento de aplicativos emergentes resulta em um crescimento sem fim no tráfego de dados móveis. De acordo com a previsão da União Internacional de Telecomunicações (ITU), o tráfego global de dados móveis atingirá 5 zettabytes até 2030 [5], conforme mostrado na Figura 1.

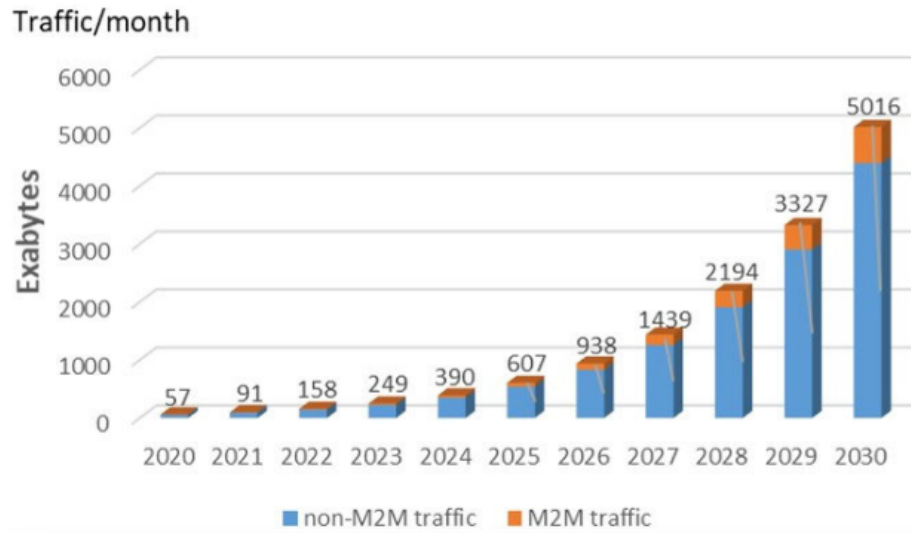


Fig. 1. A previsão do tráfego global de dados móveis entre 2020 e 2030 [5]

O 5G tem como principal objectivo tornar revolucionário os avanços nas taxas de dados, latência, confiabilidade da rede, eficiência energética e conectividade massiva. Usa o novo espectro da banda de ondas milimétricas, aumentando a taxa de dados até 10Gbps. diversas tecnologias são integradas em 5G para melhorar o desempenho da rede, como Massive MIMO para o aumento da capacidade SDN para a flexibilidade da rede, dispositivo a dispositivo (D2D) para a eficiência, a, Information Centric Networking (ICN) para redução do tráfego de rede e repartição de rede para implantação rápida de vários serviços

Espera-se que o 5G atinja seus limites em cerca de uma década e para atender a essa procura, os principais objetivos técnicos das redes 6G serão:

1. Taxa de dados ultra-alta (até 1 Tbps) e latência ultra-baixa
2. Alta eficiência energética para dispositivos com recursos limitados

O 6G terá como objectivos melhorar o desempenho na transmissão de informação com taxas de dados de até 1Tbps e baixíssima latência. Possui comu-

nicação de frequência terahertz e multiplexação espacial, fornecendo uma capacidade 1000 vezes maior do que as redes 5G.[4] Tecnologias eficientes de poupança de energia e o uso de materiais sustentáveis, isto melhorará significativamente a eficiência energética e a pegada ecológica como também permitirá a realização de redes verdes sustentáveis. Espera-se que as redes 6G verdes atinjam eficiência energética e conexões sem fio socialmente perfeitas a nível global.

## 4 Emissões geradas pelas redes

As emissões durante o uso de uma rede surgem quase inteiramente do consumo de eletricidade, mas na construção de uma rede também são geradas emissões. Logo as redes são responsáveis tanto por emissões diretas de gases de efeito estufa (GEE) como indiretas: emissões diretas são aquelas que estão relacionadas à combustão de combustíveis fósseis para vários fins, como por exemplo: carros das empresas responsáveis pela rede, aquecimento de fábricas e geradores. No que toca às emissões indiretas, são aquelas relacionadas ao uso de energia para aplicações informáticas, de fornecedores e clientes, ou seja, a energia para construir e utilizar todo o equipamento necessário para o funcionamento de uma rede, incluindo os telemóveis e equipamentos utilizados pelo consumidor final para aceder à dita rede.

Grande parte da pegada de carbono do setor pode estar ligada ao consumo de eletricidade, e nos últimos anos, tem sido debatida a ligação entre o consumo de eletricidade e o tráfego de dados. Porém, durante 2020, com o aparecimento de uma pandemia, foi possível verificar um aumento significativo no tráfego de dados sem um aumento correspondente no consumo de energia o que leva a desassociar o crescimento do tráfego de dados com o aumento do consumo de energia.

## 5 Estratégias de descarbonização

Existem várias estratégias de descarbonização e à redução das emissões de GEE relativas às redes que podem ser implementadas, sendo as principais, a melhoria da eficiência energética de modo geral da rede em si, a compensação através de investimento em sequestro de carbono e, por fim, o uso de energias renováveis.

### 5.1 Melhorar a eficiência energética

No que toca à melhoria da eficiência energética, temos o exemplo da rede 5G, que é significativamente mais eficiente do que a sua antecessora ou a rede 6G que se espera que seja uma rede verde com uma melhorada eficiência energética.[4] Este desenvolvimento deve-se a um aprimoramento nas capacidades projetadas como a transmissão de dados, a possibilidade de usar um modo de inatividade dependente das condições de carga e tráfego e a maior eficiência nas mensagens de controlo e sinalização. Além disso, há ainda o uso de arquitetura granular, de

virtualização e desagregação crescente que em conjunto com automatização total, têm o potencial de serem alavancadas de modo a melhorar a eficiência energética da rede, em conjunto com a utilização de equipamento e infraestruturas cada vez mais eficientes.[3]

## 5.2 Utilização de energia renovável

O uso de energia renovável é outra importante estratégia que é usada para descarbonizar as redes, sendo necessário que haja investimento na geração de eletricidade renovável por parte de quem pretende implementar uma rede verde, como é o caso da Deutsche Telekom, Vodafone e Telefonica, que se comprometeram a utilizar no futuro apenas energias renováveis nas suas redes. É possível garantir o uso de energia limpa investindo em estações de geração de energia ou adquirindo energia, através de investimento de longa duração utilizando acordos de compra de energia dum fornecedor certificado de energia renovável. Além disso, é necessário fazer um estudo do impacto de carbono das soluções de energia renováveis utilizadas, pois são utilizados metais raros, por exemplo, para a produção de turbinas eólicas e de painéis solares, que existem em quantidades limitadas e têm um alto custo energético para a sua extração, sendo que é preciso analisar qual a aplicação mais eficiente destes recursos de modo a minimizar as emissões causadas.[3]

## 5.3 Compensação através do sequestro de carbono

A compensação através do sequestro de carbono em florestas, solos e oceanos pode ser utilizada pelas empresas de modo a mitigar o impacto das emissões inevitáveis derivadas da construção e manutenção de uma rede verde. Preferencialmente, essa compensação deve acontecer no local onde se dão as emissões de carbono e em projetos que correspondam as necessidades de cada país, de modo a limitar os riscos relacionados a desastres naturais.

## 6 Conclusão

Tendo em conta a informação apresentadas e as crescentes preocupações com problemas ambientais, consegue-se perceber que há a necessidade para, cada vez mais, se criarem e utilizarem redes verdes, visto que o tráfego global de dados tem vindo a crescer e tende a continuar nessa trajetória ao longo dos próximos anos. As redes verdes futuras (como por exemplo, 5G e 6G) prometem que haja um aumento significativo de qualidade de serviço (QoS), contribuindo para um futuro sustentável.

## References

1. Hannah Ritchie and Max Roser (2020) - "CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from:

- '<https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>' [Online Resource]
2. Huawei (2020). Green 5G: Building a sustainable world. [https://www-file.huawei.com/-/media/corp2020/pdf/public-policy/green5g\\_building\\_a\\_sustainable\\_world\\_v1.pdf?la=en](https://www-file.huawei.com/-/media/corp2020/pdf/public-policy/green5g_building_a_sustainable_world_v1.pdf?la=en)
  3. Erfanian, J., Ansari, S., Serrano, A.M.G., Gabriel, A., Redmond, W., Li, G., von Perner, J., Gemma, P., Andrae, A., Tseytlin, M., Lebrun, G., Persson, O., Yaman, K., Gedik, E., Ergut, S., Fremiot, M.: Green Future Networks Sustainability Challenges and Initiatives in Mobile Networks, (2021).
  4. Huang, T., Yang, W., Wu, J., Ma, J., Zhang, X., Zhang, D.: A Survey on Green 6G Network: Architecture and Technologies, (2019).
  5. Estimativas de tráfico IMT para os anos de 2020 a 2030, documento ITU-R SG05,(2015)