



AFC (Automated Frequency Coordination)

conceitos, desafios e oportunidades

Prof. Rodrigo Porto - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Sumário

- Introdução: do Wi-Fi 4 ao 7.
- AFC: visão geral, novidades e funcionamento.
- Padronização e espectro para sistemas AFC.
- Conclusão

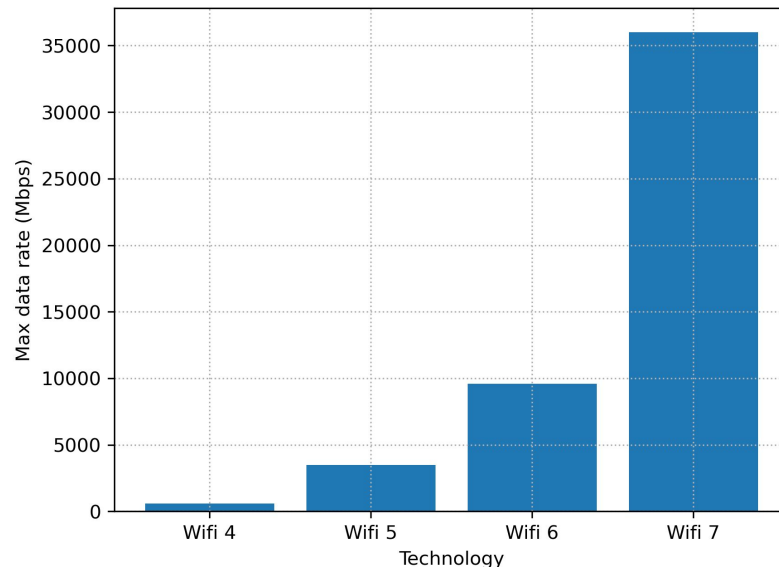
Padrões do Wi-Fi

Do Wi-Fi 4 ao Wi-Fi 7.

- Canais mais largos (20, 40, 80, 160 e 320 MHz).
- Esquemas de modulação de maior taxa (até 4096 QAM).
- Inclusão de técnicas de MIMO multiusuário e multi-link.
- Melhorias de segurança pessoal e empresarial (WPA3 e chaves de criptografia maiores).

- Operação **outdoor** e rural com **até 36 dBm**

(*Standard Power*, condicionada a **sistema AFC**)



Definição de AFC

Coordenação Automatizada de Frequências (AFC) é um **sistema inteligente** projetado para viabilizar o uso compartilhado do espectro na faixa de 6 GHz, permitindo que **dispositivos não licenciados de alta potência** (Pontos de Acesso Wi-Fi 7) operem em **bandas que já são ocupadas por serviços licenciados** incumbentes, tais como **enlaces de micro-ondas** ponto a ponto, enlaces de satélite e observatórios de radioastronomia.

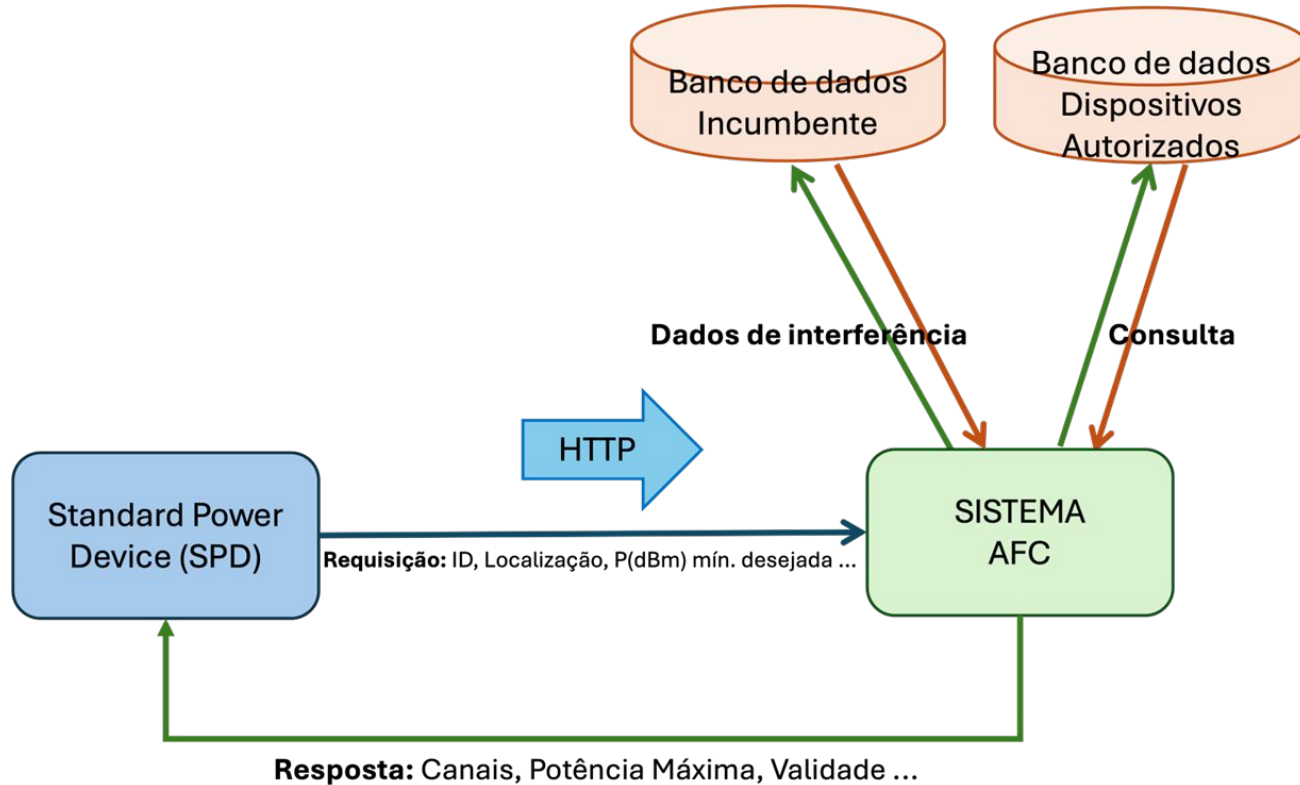


Standard Power (SP)

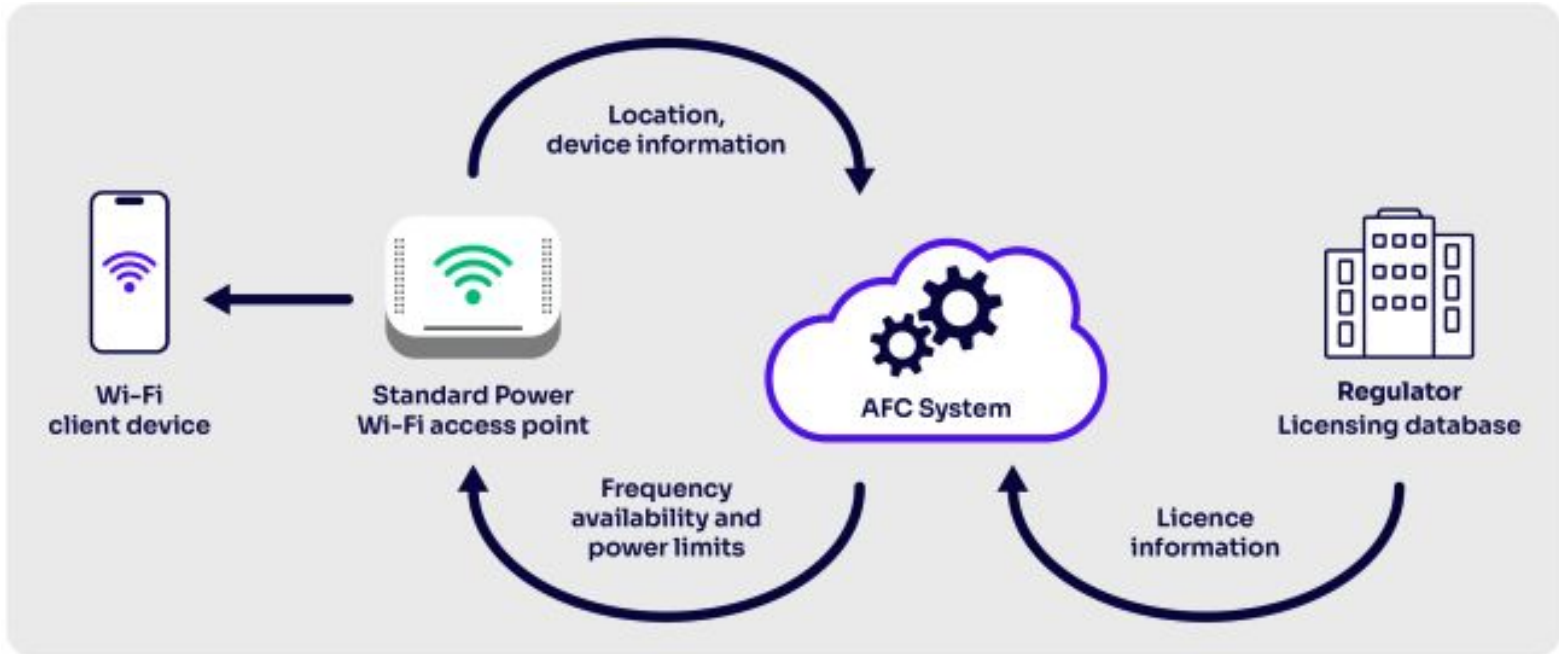
	Client	Access Point
Tipo de uso	Indoor/Outdoor controlado pelo sistema AFC	
EIRP máximo	30 dBm	36 dBm
EIRP (Power Spectral Density) PSD	17 dBm/MHz	23 dBm/MHz
Máximo RMS EIRP PSD/ out of band emissions	-27 dBm/MHz	

Potência EIRP no Sistema AFC

Arquitetura de um Sistema AFC

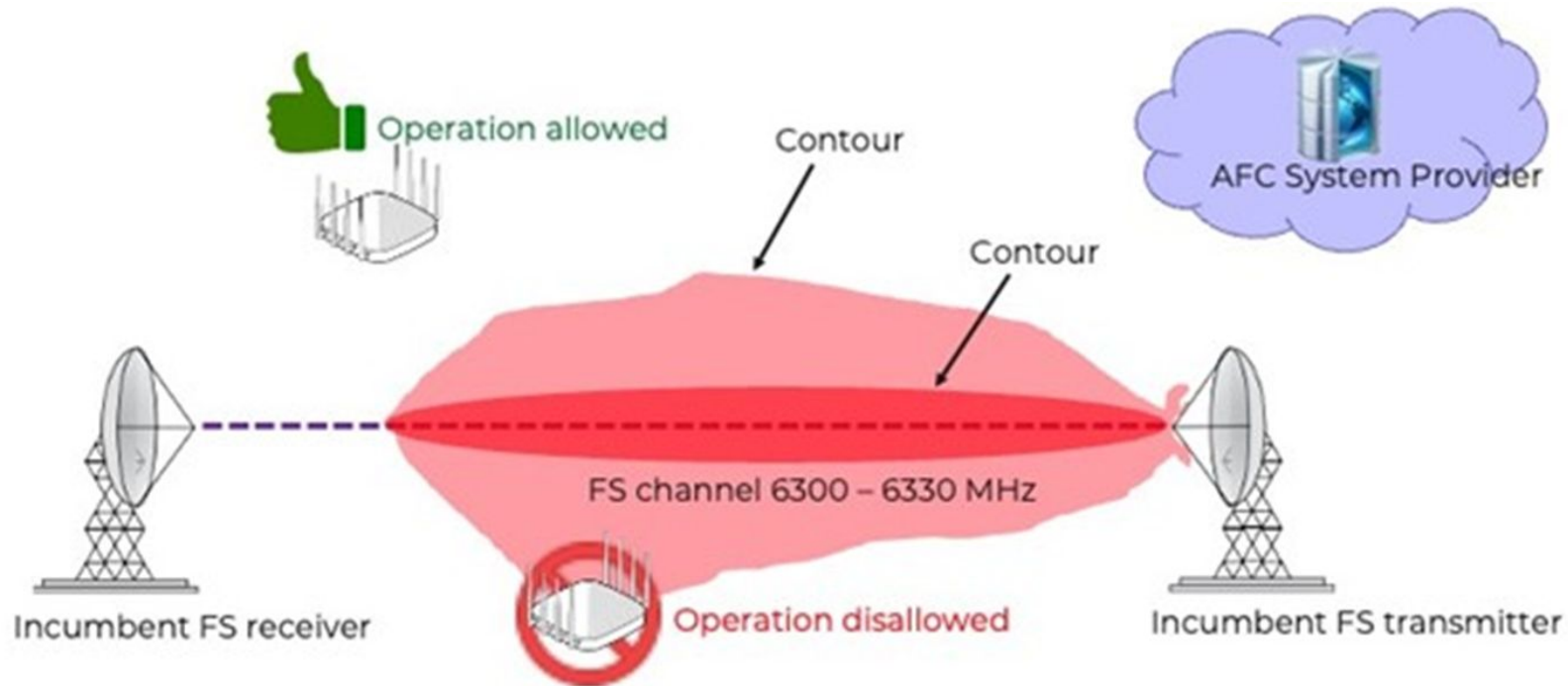


AFC - Protocolo de Comunicação



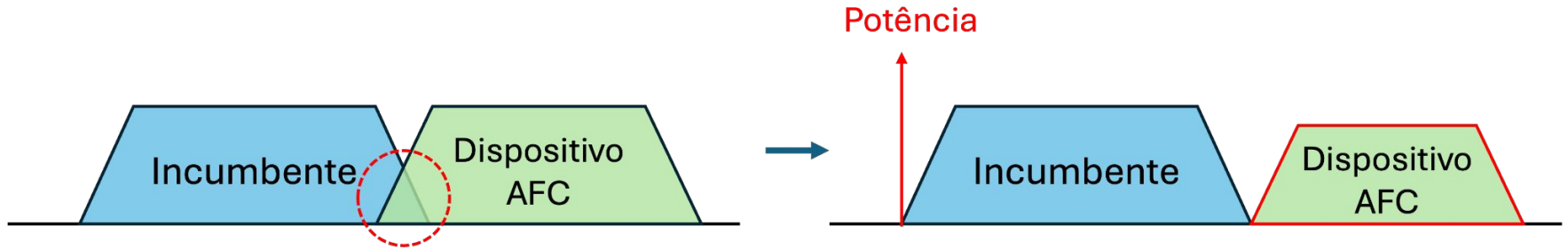
O sistema AFC - Visão Geral

AFC na Prática: Zonas de Exclusão

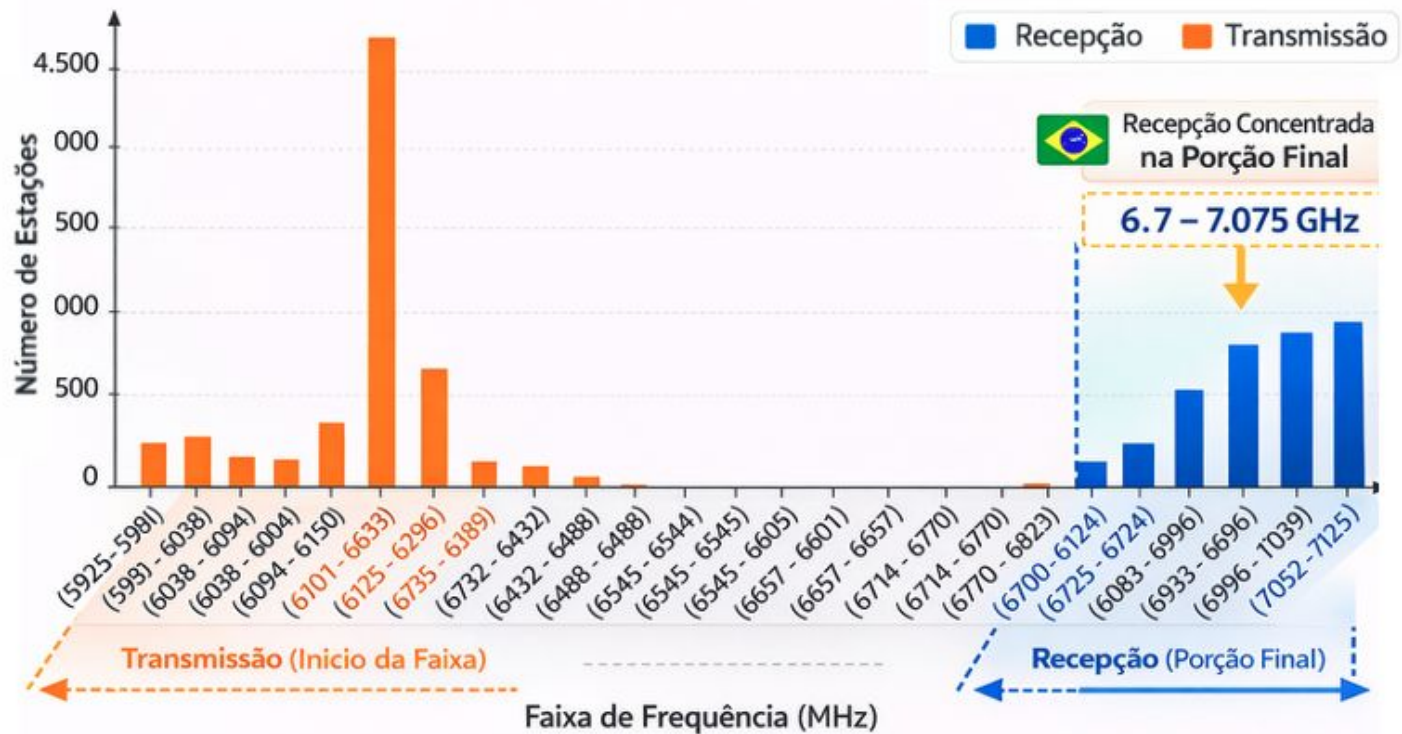


AFC - Proteção a incumbentes

- Modelos de predição de cobertura para diferentes cenários de atuação.
- Zonas de exclusão para incumbentes.
- Ajustes de potência para controlar ACI
- Margens de proteção adicionais considerando dados geoespaciais.



Distribuição de Estações Satelitais por Faixa e Tipo (DL/UL)





STADIUM



ENTERPRISE



**OUTDOOR
SPACE**



**UNIVERSITY
CAMPUS**



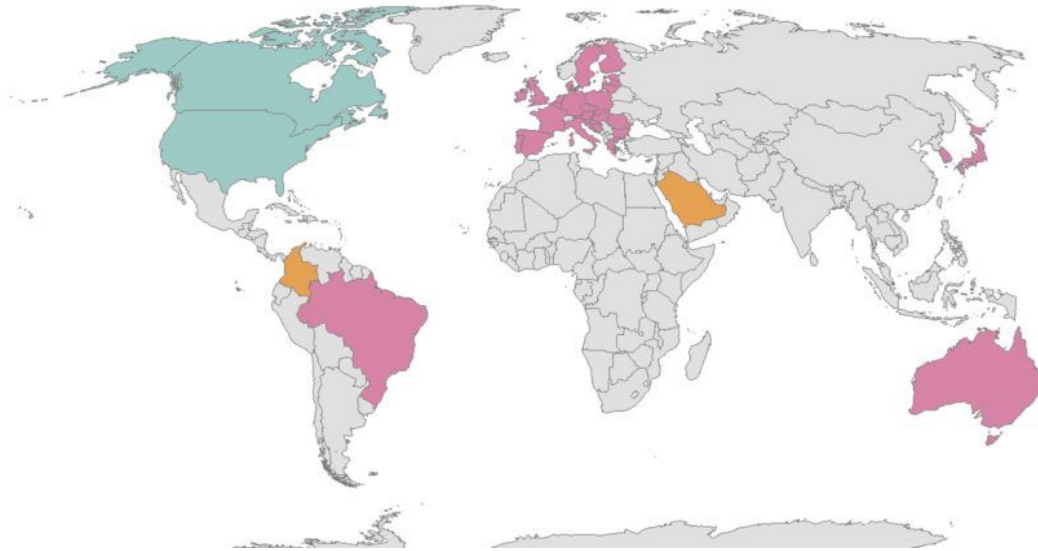
AFC - Casos de uso (Fonte: Ofcom)

Espectro, Padronização e Autorização



Currently, AFC is operational and authorized in the United States and Canada, while several other countries including are evaluating its feasibility

- Authorized 6 GHz Standard Power Wi-Fi Devices under control of AFC System
- Proposed Regulatory Framework for 6 GHz Standard Power Wi-Fi Devices under control of AFC System
- Evaluating feasibility of 6 GHz Standard Power Wi-Fi Devices under control of AFC System



AFC - O que acontece no mundo? (Fonte: [RCR Wireless News](#))

INTERNACIONAL

FCC aprova sete aplicações de AFC para operar 6 GHz nos EUA



EDUARDO VASCONCELOS 23 DE FEVEREIRO DE 2024 | 19:59

As aplicações tomam forma de sistemas de AFC para propósito geral em que 7 operadores foram aprovados, entre eles *Qualcomm* e *Broadcom*.

AFC - O que acontece no mundo? (Fonte: [telesintese](https://telesintese.com.br))

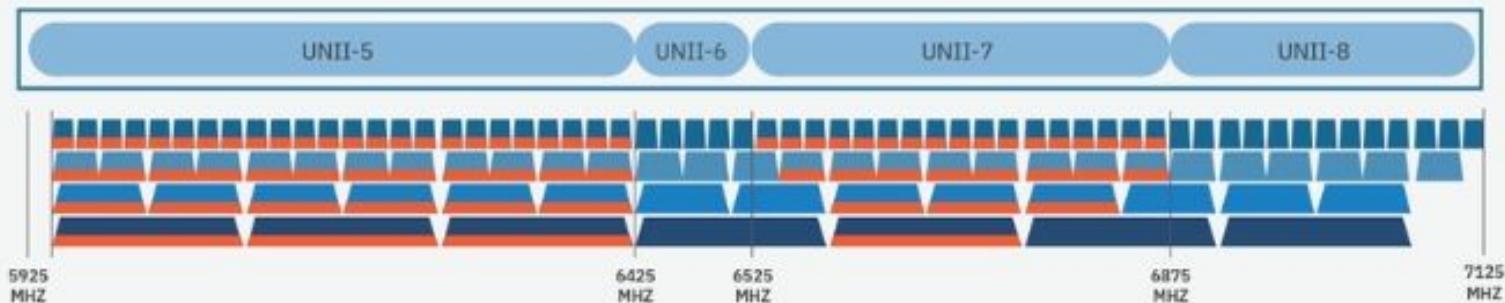
Padronização

Considerando a universalidade da tecnologia Wi-Fi, a padronização do sistema AFC é um tópico bem abordado entre as fornecedoras de tecnologia, existindo certificações e plataformas para:

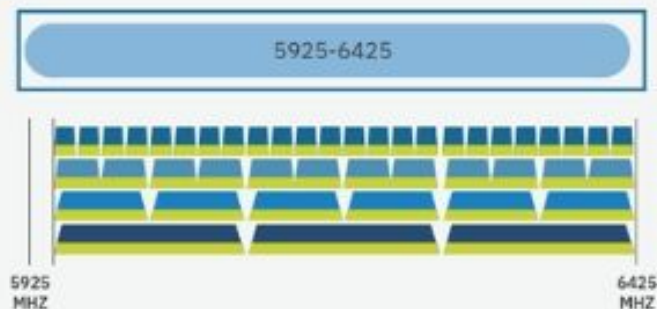
- Roteadores e módulos Wi-Fi 7 (Wi-Fi Alliance).
- Suites de testes e compliance com o padrão AFC (Wi-Fi Alliance).
- Iniciativas open source, e.g.: OpenAFC (Cisco e Broadcom).
- Iniciativas proprietárias, e.g.: ASUS.



59 X 20 MHz
29 x 40 MHz
14 x 80 MHz
7 x 160 MHz



24 X 20 MHz
12 x 40 MHz
6 x 80 MHz
3 x 160 MHz



- Low Power Indoor (LPI) Only
- LPI & Automatic Frequency Coordination (AFC)
- LPI & Very Low Power (VLP)

Autorização e Licenciamento

O regulador nacional é quem **autoriza** Operadores de Sistemas AFC

- Uma vez autorizado um sistema/operador AFC, não há necessidade de licenciamento por estação Wi-Fi (ref. FCC)
- Processo de Autorização (ref.: FCC)
 - a. **Chamada Pública** (proposta de arquitetura, modelos de propagação, protocolos de segurança, etc)
 - b. **Aprovação Condicional** (sinal verde para iniciar testes)
 - c. **Testes em Laboratório** (seguindo uma ou mais suítes de testes acreditados)
 - d. **Teste Público** (incumbentes podem monitorar corretude das zonas de exclusão)
 - e. **Operação Comercial**



Conclusões → AFC: Desafios e Oportunidades



Oportunidades

- Novos Casos de Uso
- Novos Modelos de Negócio
- Inclusão Digital

Desafios

- Tecnológico
- Regulatório
- Comercial



Agradecimentos

nie.br

Equipe UFC:

Dr. Carlos Silva

Dr. João Oliveira

Estudantes:

Wilker Feitosa (Mestrado)

Erik Falcão (Graduação)



UFC

Referências principais

- <https://www.wi-fi.org/file/wi-fi-6e-wi-fi-in-the-6-ghz-band-2021>
- <https://www.wi-fi.org/file/wi-fi-certified-6-advanced-performance-wi-fi-2021>
- <https://www.wi-fi.org/file/wi-fi-certified-7-technology-overview-2024>
- <https://www.wi-fi.org/6-ghz-afc-resources>
- <https://github.com/open-afc-project/openafc?tab=readme-ov-file>