

# Redes Sem Fio - Relatório Técnico

Pedro Henrique Dornelas Almeida  
Dept. de Engenharia Elétrica (FT-ENE)  
Universidade de Brasília (UnB)  
Brasília, Brasil  
phdornelas.almeida@gmail.com

**Resumo**—Este relatório tem como foco o estudo de Redes Sem Fio, por meio da realização de um *Site Survey*, de forma a mostrar como as redes sem fio se comportam em um ambiente.

**Index Terms**—802.11, Site Survey, Wi-Fi, Acrylic.

## I. INTRODUÇÃO

O objetivo deste relatório é estudar como uma rede Wi-Fi doméstica se comporta em relação a vários fatores como atenuação e intensidade do sinal, segurança, protocolos utilizados, taxas de transferência. Todas as análises tem como objetivo poder realizar adaptações para melhorar a rede sem fio.

O papel de um *Site Survey* é justamente realizar tais análises por meio de um software com medições que são feitas em vários pontos do ambiente a fim de coletar amostras e ser possível montar o panorama geral após isso. Em um *Site Survey* é importante que seja possível gerar *heatmaps* em relação a alguns parâmetros como intensidade de sinal, interferência de co-canais, dentre outras categorias.

Para o estudo de caso realizado, foram utilizados duas ferramentas:

### A. Acrylic Wi-Fi Heatmaps

Este software tem o objetivo de gerar *Heatmaps* e análises mais gerais da rede, abordando aspectos como interferência de co-canais, cobertura da área, atenuação do sinal, dentre outras. Porém, todas estas análises bem focadas na área do ambiente, ou seja, deve-se colocar a planta do local, escala, materiais da paredes, portas, janelas, etc.

### B. Acrylic Wi-Fi Professional

Por sua vez, este outro software tem como principal foco uma análise mais detalhada não por cobertura ou área estuda, mas sim dos parâmetros específicos da rede, como protocolos disponíveis, canais utilizados, protocolos de segurança, taxas de transferências.

## II. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES E ANÁLISES

Para a realização do estudo foram necessários alguns passos para obter resultados e conclusões, o primeiro deles foi a obtenção de uma planta baixa do local, assim como a topologia de rede implementada no local.

Para as atividades e corretas análises, é importante citar neste momento que o link contratado no local é de 300Mbps.

### A. Local: Planta Baixa e Topologia

O local é uma residência familiar, com 3 APs, 1 switch que se distribuem em 2 andares. A planta e a localização podem ser vistos nas figuras 1, 2. O roteador/AP principal se localiza na parte superior da figura 1.

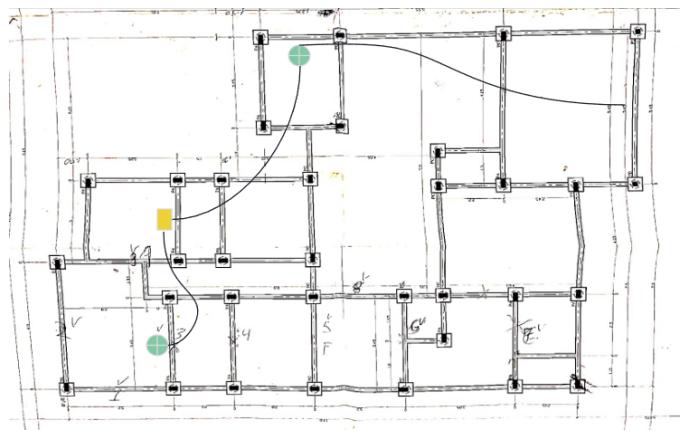


Figura 1. Planta Térreo

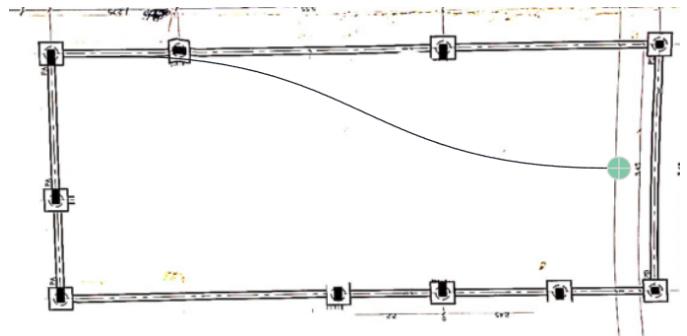


Figura 2. Planta 1º Andar

O estudo foi realizado em uma sexta-feira, das 18h30 às 21h30. Este foi considerado um bom horário para as medições pois o fluxo de dados e utilização da rede estava alto durante o período, assim, ia ser possível identificar com mais clareza os problemas e gargalos da rede. Não somente, o fluxo de dados das outras redes na vizinhança provavelmente também estaria alto, podendo ver os efeitos que outras redes estavam causando na rede estudada.

## B. Equipamentos

Neste momento é importante verificar os equipamentos do local e suas especificações. No local estudado temos os seguintes equipamentos:

1) *Huawei Echolife EG8245W5-6T*: Este é o Roteador e AP principal da casa, por meio dele o link contratado é acessado. Ele está localizado na parte superior da planta do térreo, como já dito anteriormente. Este equipamento é bem completo no que diz respeito às tecnologias atuais. Só não atende ao protocolo 802.11ax, ou Wi-Fi 6, porém, ele é dual band, atua nas bandas de 2,4GHz e 5GHz, proporcionando velocidades e qualidade de rede bem adequadas aos padrões atuais. Um ponto a se destacar, suas portas Ethernet são do padrão 10/100/1000Mbps, assim, os outros APs e switch conectados ainda terão toda a banda do link contratado a disposição, prevendo o gargalo nestes links.



Figura 3. Huawei Echolife EG8245W5-6T

2) *TP-LINK TL-WR829N*: Por sua vez, este AP está localizado na parte inferior da planta do térreo, ele está conectado ao Switch. Por sua vez, este AP é menos completo que o AP principal, pois atende somente aos protocolos 801.11b/g/n, enquanto o AP principal atende também ao 802.11ac. As portas Ethernet disponíveis atendem aos padrões 10/100Mbps, podendo causar certo tipo de gargalo em relação ao link contratado, porém, verificando localmente as portas Ethernet deste AP não requerem um grande fluxo de dados pois somente são utilizadas em uma TV.



Figura 5. TP-LINK TL-WR829N

## Interface Parameters

GPON port	WLAN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Class B+</li> <li>Receiver sensitivity: -27 dBm</li> <li>Overload optical power: -8 dBm</li> <li>Wavelengths: US 1310 nm, DS 1490 nm</li> <li>Wavelength blocking filter (WBF) of G.984.5</li> <li>Flexible mapping between GEM Port and TCONT</li> <li>GPON: consistent with the SN or password authentication defined in G.984.3</li> <li>Bi-directional FEC</li> <li>SR-DBA and NSR-DBA</li> <li>Type B (single-homing&amp;dual-homing)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEEE 802.11 b/g/n (2.4G)</li> <li>IEEE 802.11 a/n/ac (5G)</li> <li>2 × 2 MIMO (2.4G)</li> <li>4 × 4 MIMO (5G)</li> <li>Antenna gain: 5 dBi</li> <li>WMM/Multiple SSIDs/WPS</li> <li>2.4G&amp;5G concurrent</li> <li>Air interface rate: 300 Mbit/s (2.4G), 1733 Mbit/s (5G)</li> </ul>
Ethernet port	POTS port
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ethernet port-based VLAN tags and tag removal</li> <li>1:1 VLAN, N:1 VLAN, or VLAN transparent transmission</li> <li>QinQ VLAN</li> <li>Limit on the number of learned MAC addresses</li> <li>MAC address learning</li> <li>Auto-adaptive 10 Mbit/s, 100 Mbit/s or 1000 Mbit/s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>G.711A/p, G.729a/b and G.722 encoding/decoding</li> <li>T.30/T.38/G.711 fax mode</li> <li>DTMF</li> <li>Emergency calls (with the SIP protocol)</li> </ul>
USB port	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>USB2.0</li> <li>FTP-based network storage</li> <li>File/Print sharing based on SAMBA</li> <li>DLNA function</li> </ul>	

Figura 4. Datasheet Huawei Echolife EG8245W5-6T

## Specifications

### Hardware

Ethernet Ports: 2 10/100 Mbps LAN Ports, 1 10/100 Mbps WAN Port  
Buttons: WPS/Reset Button  
Antennas: 2 Fixed Omni Directional Antennas  
External Power Supply: 5VDC / 0.6A  
Dimensions (W x D x H): 4.5 x 4.2 x 1.0 in. (115 x 106.7 x 24.3 mm)



### Wireless

Wireless Standards: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b  
Frequency: 2.412–2.472 GHz  
Signal Rate:  
11n Up to 300 Mbps(dynamic)  
11g Up to 54 Mbps(dynamic)  
11b Up to 11 Mbps(dynamic)  
Reception Sensitivity:  
27dBm: -70dBm@10% PER  
130MHz: -74dBm@10% PER  
108MHz: -74dBm@10% PER  
54MHz: -77dBm@10% PER  
11M: -87dBm@8% PER  
6M: -90dBm@10% PER  
1M: -98dBm@8% PER  
Wireless Function: Enable/Disable Wireless Radio, WMM, Wireless Statistics  
Wireless Security: WEP, WPA / WPA2, WPA-PSK / WPA2-PSK

Figura 6. Datasheet TP-LINK TL-WR829N

3) *TP-LINK TL-WR940N*: Este equipamento está localizado no 1º andar da casa, note que no 1º andar não se tem paredes, é um lugar amplo, que é utilizado para eventos e para acomodar muitas pessoas que vão ao local, assim, viu-se a necessidade de ter esse AP para proporcionar um sinal de

qualidade para estas situações, visto que o sinal dos APs do térreo não estavam atendendo bem o local.

Como características principais, este se parece bastante com o AP anterior em termos de tecnologia e não deixa a desejar para o seu uso.



Figura 7. TP-LINK TL-WR940N

#### Specifications

##### Hardware

- Ethernet Ports: 4 10/100Mbps LAN Ports, 1 10/100Mbps WAN Port
- Buttons: Power On/Off Button, Reset Button, W-FWPS Button
- Antennas: 3 fixed Omni Directional Antennas
- External Power Supply: 9VDC / 0.6A
- Dimensions (W x D x H): 9.1 x 5.7 x 1.4 in. (230 x 144 x 35mm)



Figura 8. TP-LINK TL-WR940N

4) **Switch Multilaser Soho 5 portas - RE305:** Neste equipamento é possível ver um possível gargalo pelo fato de que é um equipamento que atende aos padrões 10/100Mbps em suas portas Ethernet. Note que isto limita toda a rede após este equipamento a 100Mbps, inclusive se tem vários computadores, temos o AP 2, localizado logo após ele representado na topologia, assim, este é um problema para a rede.



Figura 9. Switch Multilaser - RE305

#### C. Análises Obtidas

As redes analisadas(SSIDs) são:

- Casa 2G e Casa 5G: AP Principal - Térreo
- Quarto3: AP Secundário - Térreo
- TP-Link\_BC30

Utilizando as ferramentas já citadas para análise na Introdução, a ferramenta para geração de Heatmaps foi utilizada primeiro. Para isto, foi necessário configurar a planta em relação a escala, logo após, indicar os locais de paredes e demais materiais nesta planta. Para realizar a leitura de escala, foi necessário posicionar a planta no lugar da casa por meio do Google Maps, assim o software calcula automaticamente a escala a ser utilizada.



Figura 10. Planta em Escala

Para colocar os materiais e localização deles, foram utilizadas paredes de tijolos e portas de madeira, assim como é no local estudado.

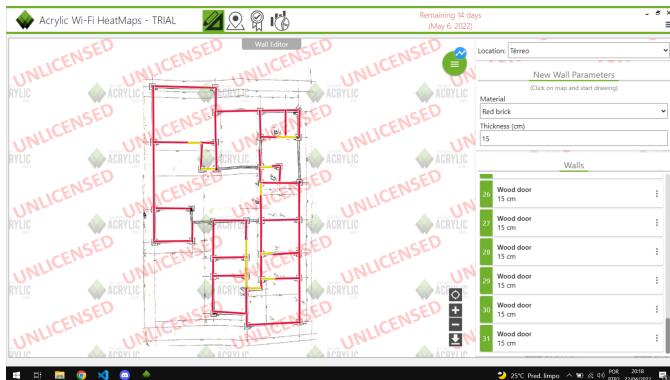


Figura 11. Planta Térreo com Materiais



Figura 12. Planta 1º Andar com Materiais

Após feitas as configurações de ambiente necessárias pode-se passar realmente para as medições feitas. Tais medições foram realizadas no modo ponto a ponto, nos seguintes pontos:



Figura 13. Locais das Medições

Note da figura anterior que foram realizadas medições na área externa à casa, isto porque os residentes tem a necessidade de que a rede Wi-Fi dê cobertura a este local, assim, pode-se ver como a rede irá se comportar.

#### D. Heatmaps

Realizando as medições nos locais citados, foi possível obter alguns Heatmaps interessantes para a intensidade do sinal ao

longo da casa:

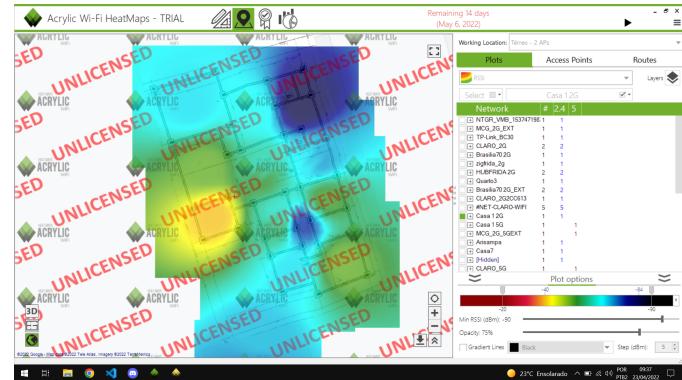


Figura 14. Heatmap AP Principal 2.4GHz

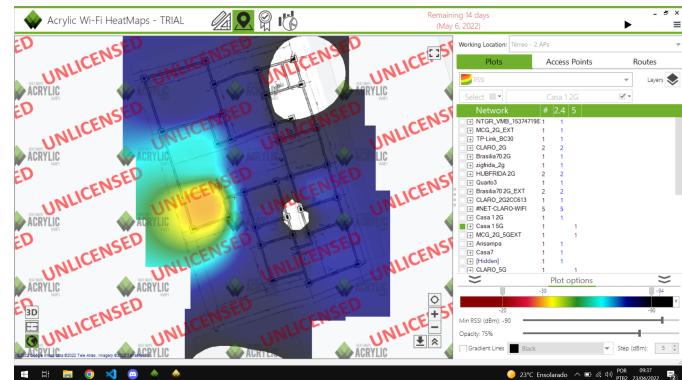


Figura 15. Heatmap AP Principal 5GHz

Neste momento é possível ver claramente que a rede de 5GHz é bem mais afetada pela atenuação causada pelas paredes e também pela distância, assim o seu raio de alcance é bem prejudicado em relação à rede de 2,4GHz.

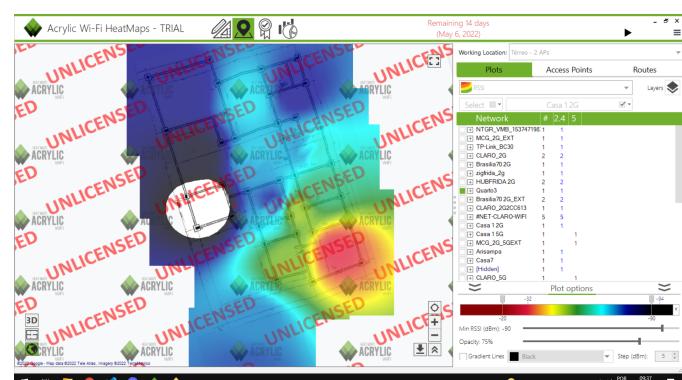


Figura 16. Heatmap AP Térreo Secundário

Na figura a seguir é possível ver como o AP do 1º Andar fornece sinal ao Térreo, e note que ele tem um desempenho bom, fornecendo um bom sinal para uma área que não foi muito bem coberta pelos APs propriamente do térreo, assim

além de fazer uma boa função para o 1º Andar ainda consegue fornecer um bom acesso ao Térreo.

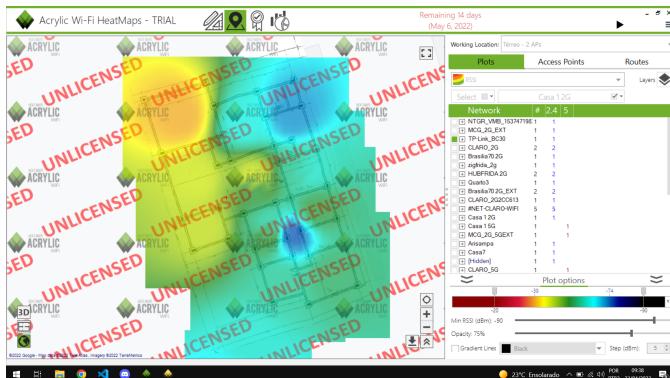


Figura 17. Heatmap AP 1º Andar - Térreo

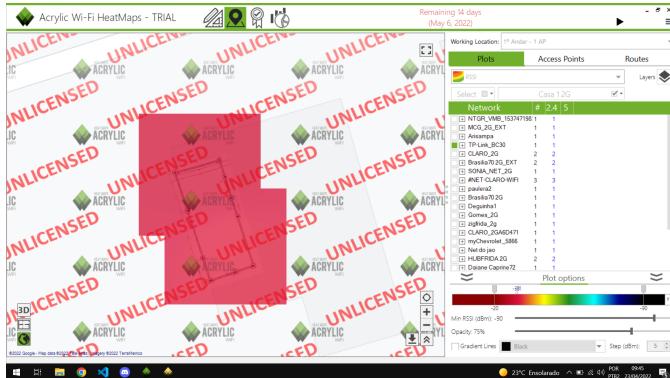


Figura 18. Heatmap AP 1º Andar - 1º Andar

Note da figura anterior que o AP tem um desempenho excelente para o 1º andar, atendendo às expectativas de forma muito boa.

Também é possível ver em um caso geral, principalmente ao térreo, dessa vez com a cobertura de todos os APs juntos:

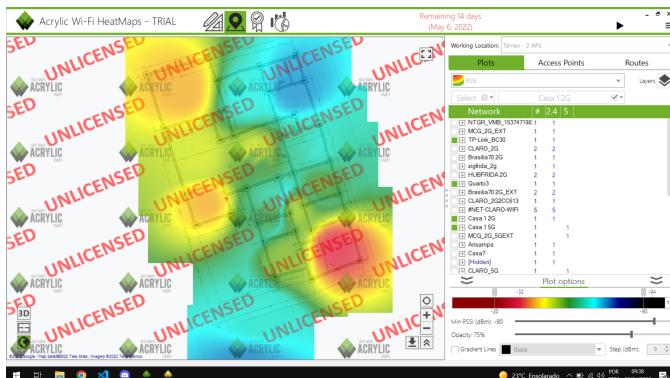


Figura 19. Heatmap Geral Térreo

Note que algumas áreas ainda ficam com área de cobertura não muito bem servidas, como na parte superior à direita da figura e na parte inferior, onde se localiza a área externa.

Tais problemas poderiam ser resolvidos centralizando melhor o AP principal, pois note que ele se localiza em um ambiente bastante fechado e com pequeno espaço de propagação do sinal, assim, ele fica muito concentrado somente no escritório em que se localiza, na figura a seguir de azul pode-se ver a localização atual do AP e a localização proposta de vermelho.

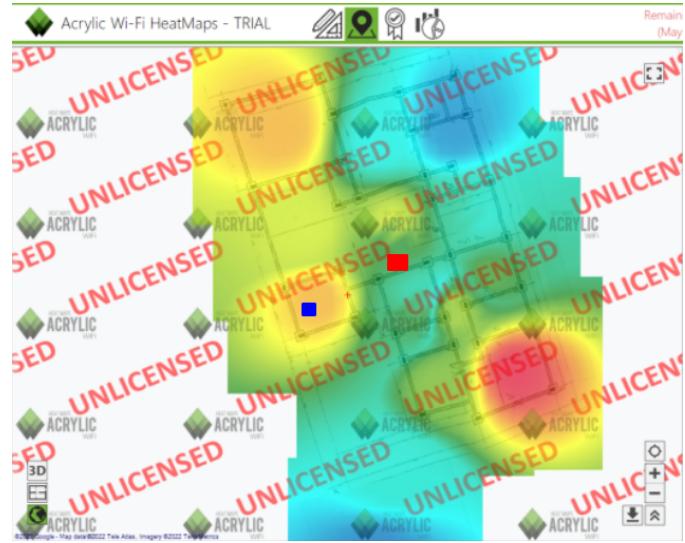


Figura 20. Mudança para AP Principal

#### E. Análise Detalhada Wi-Fi

Utilizando o software Acrylic Wi-Fi Professional, como já citado na introdução, foi possível obter dados sobre os canais utilizados pelas redes, bem como a distribuição das outras redes nos canais, possibilitando analisar interferências de canal.

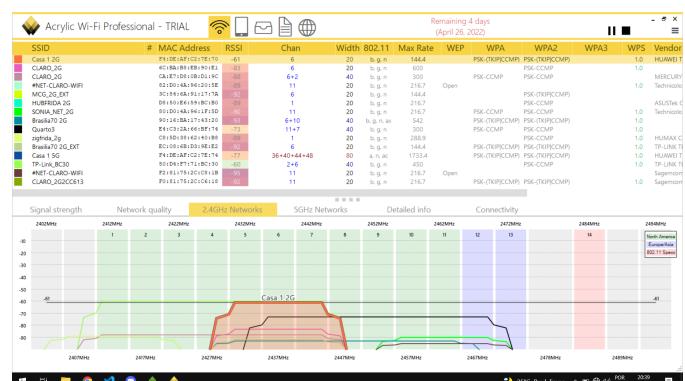


Figura 21. AP Principal 2G

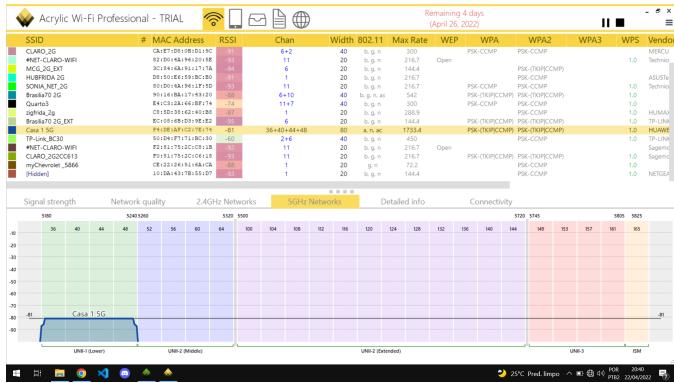


Figura 22. AP Principal 5G

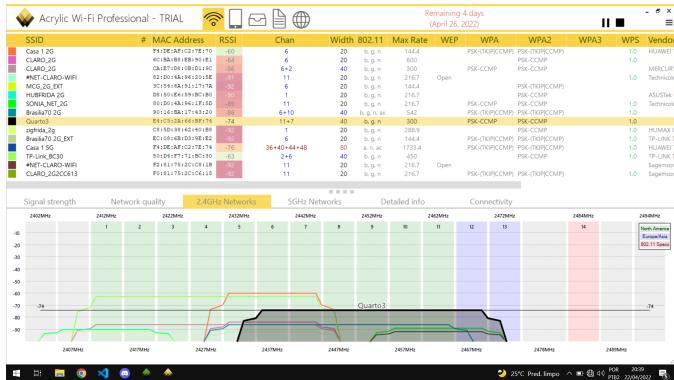


Figura 23. AP Secundário Térreo

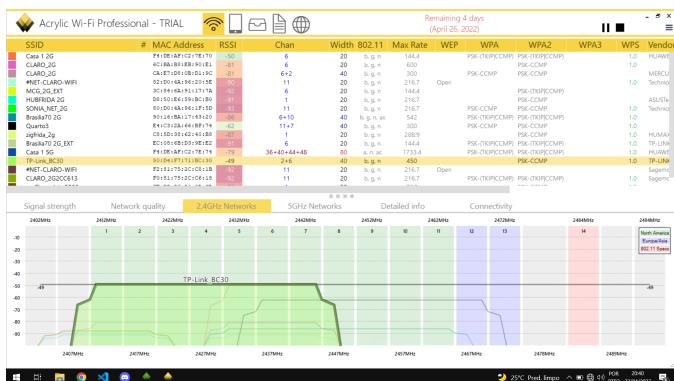


Figura 24. AP 1º Andar

Das figuras acima já é possível obter dados bem importantes sobre as redes analisadas. É possível ver os protocolos das redes, a taxa de transmissão máxima proporcionada por cada uma, bem como a segurança implementada. Estas informações estão detalhadas na tabela a seguir para as redes estudadas:

Tabela I  
REDES E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	Casa 2G	Casa 5G	Quarto3	TP-Link_BC30
Channel	6	36+40+44+48	11+7	2+6
802.11	b,g,n	a,n,ac	b,g,n	b,g,n
Max Rate	144	1733,4	300	450
WPA1	P1	P1	P2	-
WPA2	P1	P1	P2	P2
WPS	1.0	1.0	1.0	1.0

Legenda: P1: PSK-(TKIP—CCMP) ; P2: PSK-CCMP .

Pode-se ver que em relação aos canais a rede está bem distribuída e também não há muitas outras redes nos mesmo canais que vão dar uma interferência que prejudique muito a rede, logo, não há problemas e não há a necessidade de se alterar algo neste sentido.

Uma observação ainda sobre as figuras acima, note que os APs conseguem utilizar mais de um canal para aumentar sua largura de banda, daí surge o 11+7 no canal por exemplo. Isto quer dizer que o AP consegue utilizar tanto o canal 11 quanto o canal 7, agregando a banda disponível e aumentando sua capacidade.

Em seguida, para obter um panorama geral da rede pode-se andar pelos locais da casa, com o software fazendo o *scanner*, e logo depois foi possível obter um panorama geral de cada uma das redes.

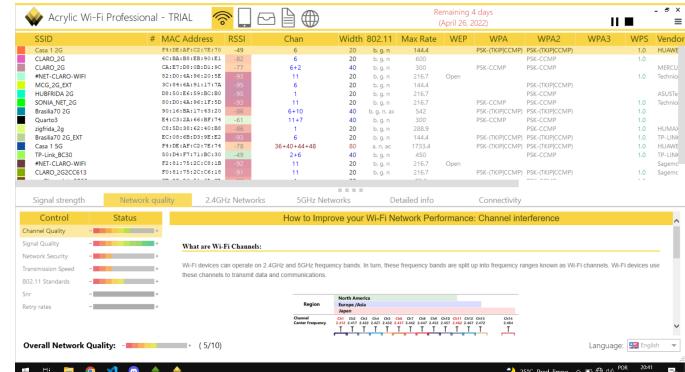


Figura 25. Panorama Geral AP Principal 2G

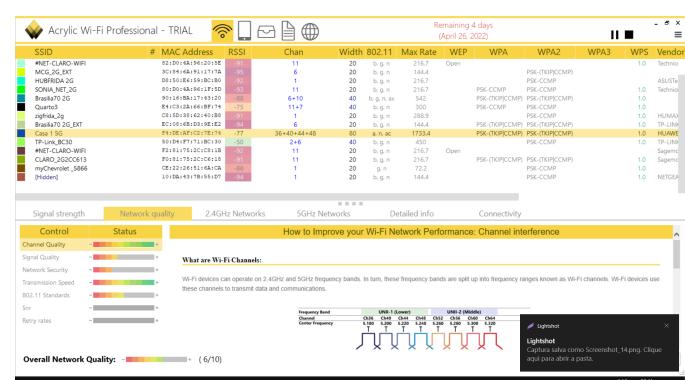


Figura 26. Panorama Geral AP Principal 5G

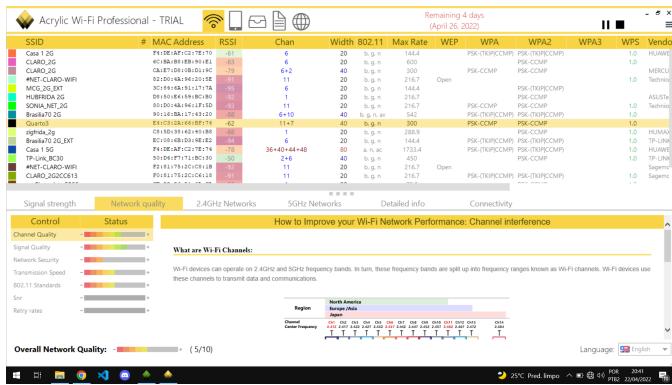


Figura 27. Panorama Geral AP Secundário - Térreo

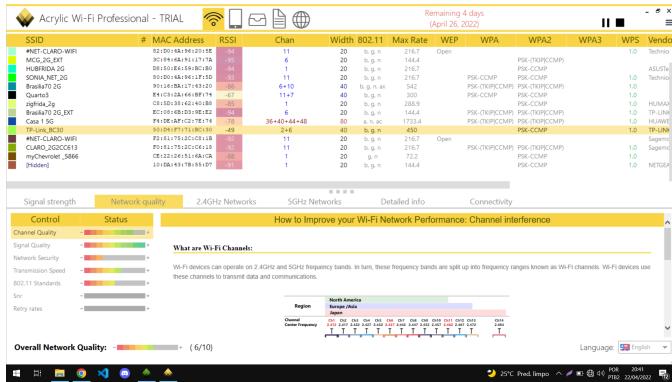


Figura 28. Panorama Geral AP - 1º Andar

Note que a maioria teve uma nota mediana, isto porque andando pela casa e como há bastante atenuação, como foi possível ver nos *Heatmaps*, a qualidade percebida no geral foi bem mediana.

Na figura a seguir foi possível ver claramente o local onde estava sendo feita a leitura dos dados, por meio de uma aba sobre intensidade do sinal, assim, quando o sinal estava ficando mais forte, a leitura estava sendo feita mais perto do AP indicado, então foi possível ver os sinais ao longo do tempo se alterando entre forte e fraco conforme se aproximava ou afastava dos APs:

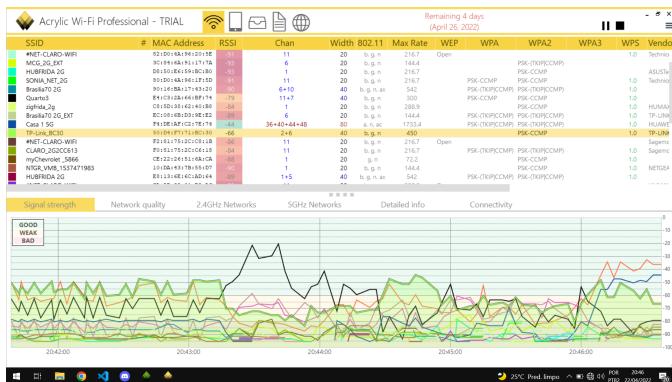


Figura 29. Intensidade dos sinais no Tempo

Um dado interessante gerado foi o de número de estações base identificados durante todo o recolhimento dos dados. E este gráfico é interessante pois mostra os padrões de uso dos canais que em sua maioria são utilizados da mesma maneira, fato que tenta evitar interferências de co-canais com canais que não tem sobreposição entre si.

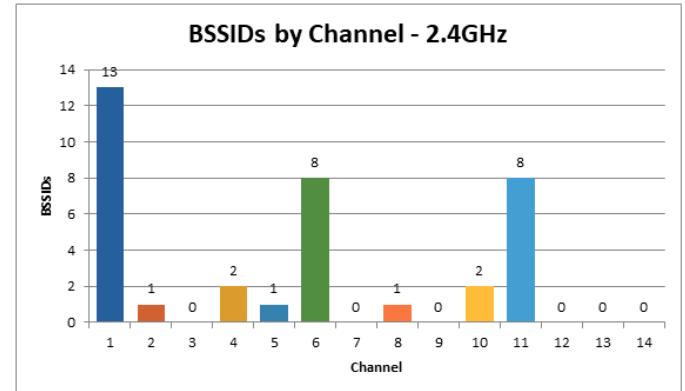


Figura 30. BSSIDs por Canal - 2.4GHz

### III. CONCLUSÃO

Neste momento as análises possíveis foram concluídas, e agora cabe pontuar os problemas e possíveis melhorias para a rede.

#### A. SSIDs Diferentes

Como foi possível ver, as redes estão com SSIDs diferentes para o mesmo local, isto pode causar bastante confusão e atrapalhar *handoffs* entre as redes. Assim, verificando nos *datasheet* dos APs secundários, tanto do térreo, quanto do 1º andar, são compatíveis com a função de APs, logo, é só uma questão de configuração para que este problema possa ser resolvido.

#### B. Switch Limitante

O Switch atualmente em uso deve ser revisto pois está limitando a banda a ser utilizado por todos equipamentos subsequentes na rede a este Switch, logo um Switch com os padrões para suas portas 10/100/1000Mbps irá resolver este limitante da rede.

#### C. Intensidade do Sinal

Para este ponto, um problema detectado foi a localização do AP Principal, que está localizado em um ambiente muito fechado, com uma alta atenuação e baixa propagação do seu sinal por conta disso. Assim a proposta de melhoria neste sentido vem para a realocação deste AP, para centralizar e o colocar em um local menos fechado, pra que seu sinal possa se propagar melhor.

#### D. Área externa

Note que a área externa também não recebe um sinal de qualidade, porém, para este problema será necessário a implementação de um outro AP, fato que não é difícil pois a área externa fica relativamente próxima ao Switch, o que permitiria que um cabo UTP normal pudesse atender um AP localizado na área externa, resolvendo assim o problema da cobertura para esta área.

#### E. Concluindo

Note então que a rede no geral está em um bom estado e com algumas melhorias implementadas possivelmente a rede teria um desempenho bem melhor. Porém, após implementar estas melhorias seria necessária uma segunda análise para descobrir se os problemas realmente serão resolvidos ou se será necessários alguns outros ajustes para ter enfim uma rede de qualidade para os residentes.

### REFERÊNCIAS

- [1] J. F. Kurose e K. W. Ross, *Computer Networks: A Top-Down Approach*. (5th ed.). Pearson Addison-Wesley, 2009.
- [2] Acrylic Documentation <https://www.acrylicwifi.com/en/wlan-wifi-wireless-network-software-tools/>
- [3] TP-LINK Documentation <https://www.tp-link.com/br/support/>
- [4] Huawei Documentation <https://support.huawei.com/enterprise/br/doc/index.html>