

FERRAMENTA DE ATRIBUIÇÃO INTELIGENTE DE CANAIS EM REDES SEM FIO

Ivania A. Fischer¹, Gabriel Peres Lutz¹, Alisson Perez¹, Bolívar Menezes Silva¹

¹Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Caixa Postal 97.001 – 97.105-900 – Santa Maria – RS – Brasil

{ivaniafischer,gabiplutz,alissonperez,bolivar}@redes.ufsm.br

Abstract. *The fall in the price of WiFi equipment and the ease of implementation of these systems, catch the attention of users. Consequently the emergence of problems related to wireless communication, become increasingly common. Such as the excess of access points in small physical areas, which can generate interference between transmission channels of such equipment. Thus, this work presents the development of a tool that aims to minimize the interference caused by overlapping transmission channels between the access points. For the validation of the tool, tests were performed in some scenarios. The results obtained were satisfactory, reaching the proposed objective.*

Resumo. *A queda do preço de equipamentos WiFi e a facilidade de implementação desses sistemas, chamam a atenção dos usuários. Consequentemente o surgimento de problemas relacionados a comunicação sem fio, tornam-se cada vez mais comuns. Como o excesso de pontos de acesso em pequenas áreas físicas, que podem gerar interferência entre canais de transmissão desses equipamentos. Dessa forma, esse trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta que tem por objetivo minimizar a interferência causada pela sobreposição de canais de transmissão entre os pontos de acesso. Para validação da ferramenta, foram realizados testes em alguns cenários. Os resultados obtidos se mostraram satisfatórios, alcançando o objetivo proposto.*

1. Introdução

Segundo [Branquinho 2014], a partir de descobertas científicas, o uso de ondas eletromagnéticas passou ser utilizado como meio de transmissão de dados. Com isso, um aparelho pode conectar-se a uma rede de dados através do ar, sem necessidade de fios. A possibilidade de transmitir informações por ondas desencadeou novas tecnologias, dentre elas a *WiFi*. Os benefícios adquiridos com essa descoberta científica, como facilidade e velocidade de transmissão, foram afetados quando o uso da tecnologia se popularizou.

Segundo a [SYMANTEC 2003], o uso das redes sem fio multiplicam-se cada vez mais ao passo que os preços dos equipamentos tornam-se mais acessíveis ao público. A facilidade de aquisição e implementação de sistemas *Wireless* pode tornar-se um problema. Essas situações desencadeiam problemas nesse tipo de tecnologia. Causados na maioria das vezes por aglomerações dos pontos de acesso em pequenas áreas, por exemplo, o campus de uma universidade, em um condomínio de moradia ou em uma empresa. Em ambientes como esses muitas vezes é necessário o uso de redes sem fio. Aglomerações dos pontos de acesso desencadeiam problemas, como interferências entre

os pontos de acesso e tráfego lento pelo fato de que o canal de transmissão está sobrecarregado nessas áreas.

As adversidades expostas pretendem ser minimizadas com a ferramenta apresentada nesse trabalho, a qual tem o objetivo diminuir problemas de transmissões lentas desencadeadas pelo uso excessivo de canais de transmissão que se sobrepõem. Para que isso seja possível, serão realizadas análises nos canais de transmissão, a fim de detectar presença de interferências e tentar diminuir as mesmas, dentro de um mesmo domínio administrativo, ou seja são redes as quais não possuem um administrador. Para isso, esse trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta que desempenhe esse papel, onde a mesma é subdividida em módulos que irão coletar dados dos pontos de acesso, analisar esses dados e propor melhoria caso seja necessário.

O presente trabalho esta estruturado na seguinte forma: a seção 2 apresentará um breve estudo sobre definições importantes para o entendimento desse trabalho. A seção 3 irá desenvolver um estudo sobre trabalhos relacionados na área. A seção 4 apresenta como a ferramenta foi desenvolvida. A seção 5 apresenta os testes e resultados obtidos. A seção 6 apresenta a conclusão do trabalho.

2. Referencial Teórico

Essa seção tem o objetivo de demonstrar uma breve explicação referente a termos utilizados no decorrer desse trabalho. Na subseção 2.1, desenvolve uma breve explicação sobre redes locais sem fio, a subseção 2.2, designada para explicações sobre pontos de acesso e a subseção 2.3, desenvolve um estudo sobre *site survey*.

2.1. WLAN(*Wireless Local Area Network*)

Segundo [Tanenbaum 2003], após o surgimento dos computadores, um dos objetivos de grande parte das pessoas era conseguir entrar em salas, escritórios e seu computador conectar à internet automaticamente. Fato esse que logo tornou-se realidade, com o surgimento das LANs sem fio.

O crescente aumento e inovação da WLAN desencadeou várias atualizações do protocolo 802.11, as quais possuem o objetivo de aprimorar o desempenho da tecnologia WLAN. Conforme [ENGST 2005] menciona, por volta de 1999 o IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) finalizou o padrão 802.11b. Em 2002, foi distribuído ao mercado o 802.11a, sendo incompatível com o padrão 802.11b e no mesmo ano implementou-se o padrão 802.11g. Atualmente, a nova versão é o 802.11ac. Os padrões WLAN, segundo [Luiz 2015], utilizados no Brasil são os: IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g e 802.11n. Onde o 802.11n e 802.11g são os mais utilizados, e operam na banda ISM (*Industrial Scientific and Medical Band*) de 2,4 GHz.

Na WLAN uma questão bastante comum é a interferência gerada por sinais provenientes de ondas eletromagnéticas de pontos de acesso próximos. Dois tipos de interferências podem ser consideradas, interferência adjacente, causada pela utilização de canais de comunicação próximo ao canal transmitido, interferência co-canal, proveniente da reutilização do mesmo canal pelos pontos de acesso.

2.2. Ponto de acesso (AP)

Segundo [Alecim 2004] um AP(*access point*) é o equipamento responsável por fazer a interconexão entre os dispositivos móveis em uma rede sem fio. Uma prática comum é

a interligação de um *access point* a uma rede cabeada para, por exemplo, prover acesso à internet e a uma rede local de computadores. Basicamente, um ponto de acesso tem a missão de distribuir o sinal proveniente do cabo. Sem ter a preocupação de realizar o roteamento do mesmo. Portanto, analogicamente, um ponto de acesso tem o objetivo de criar um *link* do cabo ao dispositivo.

As configurações de pontos de acesso, geralmente, são realizadas por uma interface de gerenciamento, essa interface apresenta inúmeras configurações presentes em um ponto de acesso. Por exemplo, um AP na maior parte dos casos apresenta um canal setado pré definido, no entanto, o administrador do ponto de acesso pode alterar esse valor pela interface. Muitas vezes as interfaces dos pontos de acesso são suficientemente intuitivas para essas configurações não se tornarem um problema ao administrador.

2.3. *Site Survey*

Os *access points* atualmente, em sua grande maioria, têm a opção de repetidor, também designada como WDS (*Wireless Distribution System*). Portanto, nota-se que se um AP tem essa característica ele pode apresentar acoplado a isso o *site survey*. Por exemplo, segundo a [Intelbras 2015], seus *access points* tem suporte a WDS, então, ao selecionar a opção de repetidor a busca de *Site Survey* pode ser realizada.

Segundo [PINHEIRO 2003], *site survey* pode ser definido como uma espécie de análise do local (coleta de dados da rede existente, dados como numero de pontos de acesso, canais, potência, alcance) o qual se deseja instalar uma nova rede. Ou também pode avaliar a infraestrutura existente da rede a fim de melhorar a mesma e identificar soluções de possíveis problemas da rede. Portanto, o *site survey* pode ser utilizado tanto para implementação de uma rede nova, como também para buscar dados de uma rede existente. Como visto várias marcas trazem suporte a *site survey* e consequentemente uma maior disponibilidade de captação de dados para gerenciar uma rede.

3. Trabalhos relacionados

No trabalho desenvolvido por [Souto and Pazzi R. 2016], a técnica de seleção de canal é a atribuição dinâmica de canal em redes não coordenadas, ou seja, a técnica é utilizada independente em cada rede. Uma rede não está vinculada a outra para a realização da seleção do canal, o que faz com que a técnica trabalhe de forma descentralizada e não necessite de um controlador central. No entanto, o objetivo de [Souto and Pazzi R. 2016] é conseguir aplicar a seleção de canal em lugares, como em redes residenciais. Em seu trabalho não é levado em consideração pontos de acesso pertencentes a mesma rede. Para calcular o melhor canal, é feito uso de um modelo de interferência denominado FSI (Fator de Sobreposição e Intensidade), o qual pontua os canais conforme sua utilização de forma independente em cada AP. A técnica utilizada realiza a análise de canal em redes não coordenadas, em apenas um AP, e não no conjunto de APs vizinhos.

Segundo [BALBI 2012] a SCIFI (Sistema de Controle Inteligente de Redes sem Fio) é uma ferramenta que integra a técnica de seleção de canal baseada em coloração de vértices, onde o problema de seleção de canal se transforma em um problema de pigmentação de vértices conforme a relevância de cada AP. O desenvolvimento de seleção de canal da SCIFI foi baseado em um algoritmo descentralizado e determinístico que se baseia no grau de saturação. Como a intenção da SCIFI era aplicar o algoritmo em uma

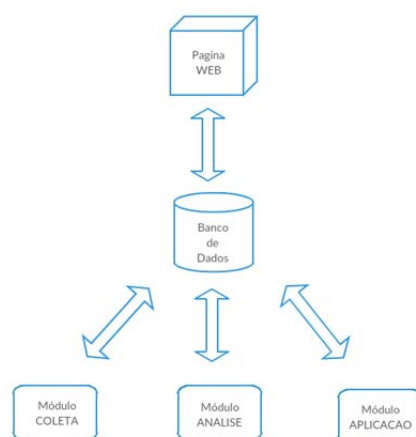
rede centralizada, modificou o algoritmo para sua necessidade. No entanto, ao modificar o algoritmo se deteve os três canais não sobrepostos do 802.11g (1, 6, 11), que podem ser integrados na rede. Essa característica pode ser um ponto negativo pelo fato de que os três canais não sobrepostos dentro da rede podem ser utilizados excessivamente pelas redes vizinhas, o que faz com que as interferências nesses canais sejam muito maiores do que nos canais intermediários entre elas.

Os trabalhos apresentados tratam de seleção de canal em redes não coordenadas, exceto o de [BALBI 2012]. No entanto, esse trabalho objetiva o desenvolvimento de técnicas de seleção de canal em redes centralizadas a fim de colaborar para que o administrador da rede consiga obter o melhor desempenho da mesma. Para isso a análise do melhor canal, diferente do trabalho de [BALBI 2012], irá analisar o melhor canal limitados nos 11 canais disponíveis no Brasil.

4. Metodologia da ferramenta

A ferramenta apresentada analisa os canais de transmissão de pontos de acesso dentro do mesmo domínio administrativo, é estruturada conforme a Figura 1.

Figure 1. Arquitetura da ferramenta



Fonte: Acervo Pessoal

1. A página *web* tem o objetivo de auxiliar o administrador no gerenciamento dos canais dos pontos de acesso que compõem a rede. A mesma possui três funções. A primeira é a de inserir os pontos de acesso da rede no banco de dados a fim realizar as análises. A segunda função é a de executar a análise dos pontos de acesso. E a terceira é alterar os canais conforme a última execução de análise realizada.

2. O banco de dados é o que intermedia as ligações dos módulos, ao mesmo tempo que informa dados relevantes ao administrador pela interface *Web*. O mesmo conta com três tabelas principais que relacionam-se. Uma chamada de AP, outra de DADOS e por fim APLICACAO.

3. O módulo COLETA é o responsável por buscar informações referentes a cada *access point* inseridos pelo administrador e guardar os dados adquiridos no banco de dados. Os dados são coletados através de um algoritmo desenvolvido em Python o qual tem o objetivo de conectar nos pontos de acesso via SSH executar o comando *site_survey* e após salvar os dados adquiridos no banco de dados.

4. O módulo ANALISE tem a função de realizar os cálculos a fim de obter o melhor canal de transmissão. Os cálculos realizados são subdivididos em dois. Esses cálculos são realizados por meio de algoritmos desenvolvidos.

O primeiro cálculo efetuado é o da intensidade resultante, o qual objetiva obter a intensidade que cada ponto de acesso incide em relação a outro ponto de acesso, expresso pela equação 1:

$$IR = RSSI(dBm) - (KdBm) \quad (1)$$

Onde IR é a intensidade que se deseja obter, o RSSI é a intensidade que o AP vizinho incide sobre o AP calculado e o K é definido como -100 dBm, menor nível de sensibilidade de um roteador. Esse valor é designado pela marca dos pontos de acesso, portanto, deve ser consultado na documentação de cada AP.

O segundo cálculo obtém o nível de utilização de cada canal de transmissão do AP calculado. Para isso utiliza-se o cálculo do fator de sobreposição e a Intensidade Resultante. O fator de sobreposição é definido pela seguinte Figura 2, conforme [Souto and Pazzi R. 2016], que utiliza cálculos matemáticos para obter a mesma.

Figure 2. Matriz de sobreposição de canais

Canal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.77	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.54	0.77	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0	0	0	0	0	0	0
4	0.31	0.54	0.77	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0	0	0	0	0	0
5	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0	0	0	0	0
6	0	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0	0	0	0
7	0	0	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0	0	0
8	0	0	0	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0	0
9	0	0	0	0	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.77	0.54	0.31	0.09	0
10	0	0	0	0	0	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.75	0.5	0.31	0
11	0	0	0	0	0	0	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.75	0.54	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.77	0.22
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.31	0.54	0.77	1	0.45
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.22	0.45	1

Fonte: [Souto and Pazzi R. 2016]

A cálculo do fator de utilização de cada canal de transmissão é realizada por meio da seguinte equação 2, a qual utiliza a Intensidade Resultante (IR) e os valores da matriz de sobreposição (Mfs).

$$FT(canal) = \sum_{i=0}^{11} Mfs(canal, i) * IR(rede, i) \quad (2)$$

Onde FT é o fator de utilização de determinado canal. Mfs é o valor da matriz de sobreposição de determinado canal e IR é a intensidade resultante. A equação é desenvolvida para cada canal de transmissão que deseja ser verificado o uso. Para isso é realizado o somatório de todos os dispositivos em cada canal e calculado o fator para os mesmos. A partir do fator de utilização consegue-se obter qual o canal com menor fator e assim aplicar as devidas mudanças para que um ponto de acesso opere o melhor possível. Como os cálculos serão realizados em uma rede centralizada, deve ser levado em consideração o que a mudanças de canal de ponto de acesso de um mesmo domínio administrativo afeta nos pontos de acesso ao seu alcance, para isso três possíveis casos de mudança de canais.

- Caso 1:

A primeira seria um AP independente no domínio administrativo: nesse caso os cálculos de FT são realizados nos 11 canais do AP e identificado o menos sobrecarregado.

- Caso 2:

A segunda opção seria o caso de haver 2 AP vizinhos no mesmo domínio administrativo. Serão realizados cálculos a fim de decidir qual o melhor canal para cada AP, levando em consideração o quanto a mudança do canal é conveniente para o outro.

Para resolver esse problema a formulação dos cálculos das mudanças de canal foi baseada em combinações de mudanças entre os APs da rede.

1ª) alterar o canal do AP1 em relação ao melhor canal do AP2.

2ª) alterar o canal do AP2 em relação ao melhor canal de AP1.

A partir do cálculo fator de utilização dos 11 canais cada combinação de cada AP, consegue-se obter o menor fator de utilização de cada combinação. Deve-se nesse momento decidir qual combinação obteve o melhor resultado. Para isso, deve-se descobrir os dois menores valores do conjunto FT, alguns passos são realizados nessa etapa para alcançar o objetivo:

1º Achar a média aritmética de FT de cada AP.

2º Excluir os FT acima da média.

3º Obter o FT com maior número de AP não excluído no cálculo da média.

4º No caso de empate, escolhe o que tiver o menor FT. Caso os dois forem iguais seria escolhido o primeiro.

- Caso 3:

Esse caso é composto por conjunto de três pontos de acesso vizinho, o que desencadeia um numero maior de combinações de mudanças de cada AP. Por isso, os cálculos realizados serão limitados em apenas conjuntos de no máximo de três roteadores vizinhos. Não pode-se ter um conjunto de APs com um número de vizinhos na rede superior à três. No caso de haver mais que três pontos de acesso vizinhos é obtido os pontos de acesso mais próximos entre si.

Após encontrar o conjunto de vizinhos é necessário verificar as combinações de cálculos a serem realizadas. As possíveis combinações nesse caso formam um conjunto de seis possibilidades de análise. Por exemplo, se o conjunto de vizinhos do caso três possuir o AP1, AP2 e o AP3, as possibilidades de combinações serão as seguintes:

1ª) Alteram o AP2 e AP3 em relação ao melhor canal do AP1;

2ª) Alteram o AP1 e AP3 em relação ao melhor canal do AP2;

3ª) Alteram o AP1 e AP2 em relação ao melhor canal do AP3;

4ª) Altera apenas o canal AP3 em relação ao melhor canal do AP2 e do AP1;

5ª) Altera apenas o canal AP2 em relação ao melhor canal do AP1 e do AP3;

6ª) Altera apenas o canal AP1 em relação ao melhor canal do AP2 e do AP3.

5. O módulo APLICACAO será executado caso a escolha do administrador seja a mudança de um canal exposto na página *web* para ele.

Por isso o módulo APLICACAO é executado dentro um código PHP (*Hypertext Preprocessor*) da página. Por exemplo, a página indica ao administrador as mudanças que podem ser feitas para melhorar a transmissão de seus pontos de acesso. Isso, a partir da mudança do canal com menor utilização, sendo esse dado obtido pelos cálculos executados pelo módulo ANALISE.

5. Resultados obtidos

Para realizar a validação da aplicação desenvolvida, foi implementado uma rede de testes, independente da infraestrutura existente no CTISM (Colégio Técnico Industrial de Santa Maria). No cenário desenvolvido é utilizado dois pontos de acesso em duas salas diferentes no prédio de Redes de Computadores do CTISM. Os quais sobrepõem seus sinais um em relação ao outro, portanto são vizinhos de rede.

As características que cada ponto de acesso apresenta são as seguintes:

1. AP TCC: IP- 172.17.60.86 Canal- 8 MAC- 90:F6:52:DE:A8:96
2. AP TCC2: IP- 172.17.60.84 Canal- 1 MAC- 90:F6:52:3E:E0:12

Os sinais interferentes de pontos de acesso vizinhos são adquiridos pela busca *site survey*, onde os mesmos são utilizados para análise de canal. O fator de utilização dos 11 canais é mostrado na Figura 3.

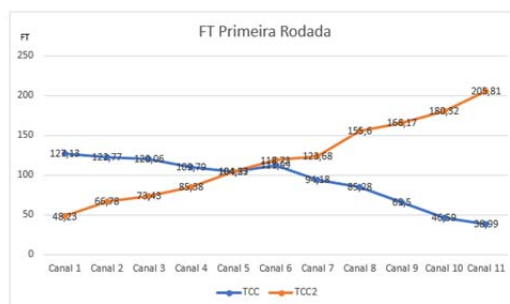
Figure 3. Gráfico de FT antes de aplicar a MLWIFI (Melhorias Wifi)



Fonte: Acervo Pessoal

Nota-se que o AP TCC encontra-se no canal 8 que possui um fator de utilização igual a 85,28. Já o AP TCC2 encontra-se no canal 1 que possui um fator de utilização de 48,23. Essas seriam a utilização de cada AP antes da MLWIFI realizar os cálculos de melhoria. Portanto, após a MLWIFI calcular os melhores canais, verifica que a melhor combinação de troca seria modificar o AP TCC2 para o canal 11 e o AP TCC2 manter-se como está. Isso para primeira rodada de análise do módulo Analise. O resultado é mostrado na Figura 4

A partir da análise dos dados dos gráficos, nota-se que a ferramenta conseguiu melhorar o fator de utilização do canal que o AP TCC utiliza cerca de 55,1 % e do AP TCC2 0 % já que o canal não foi alterado e o seu vizinho não foi trocado para um canal sobreposto ao seu. Pode-se verificar que nesse caso a MLWIFI mostrou-se eficiente boa na busca do melhor canal de operação.

Figure 4. Gráfico do FT depois de utilizar a MLWIFI

Fonte: Acervo Pessoal

6. Conclusão

A partir dos testes e resultados apresentados neste trabalho, pode-se observar que houveram reduções significativas na interferência causada por pontos de acesso vizinhos, sejam eles parte do domínio administrativo do administrador da rede, ou dispositivos externos.

A análise de canais foi realizada com base nos dados obtidos em cenários que simulam ambientes reais, na prática, o que torna os testes condizentes com a realidade. Pode-se dizer que os resultados obtidos foram satisfatórios e demonstram que o objetivo da ferramenta foi alcançado.

7. Referências

- Alecrim, E. (2004). Diferenças entre hub, switch e roteador. <https://www.infowester.com/hubswitchrouter.php>.
- BALBI (2012). Algoritmo de seleção de canais centralizados para redes ieee 802.11 com controlador. H. F. S., Carrano R., D. Saade, C. Alburquerque, L. Magalhães.
- Branquinho, O. (2014). *Tecnologias de Redes sem Fio*. Rio de Janeiro: Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, Escola Superior de Redes.
- ENGST, G. F. (2005). *Kit do Iniciante em Redes Sem Fio*. O guia pratico sobre redes Wi-Fi para Windows e Macintosh, São Paulo. Ed.: Pearson Makron Books, 2th edition.
- Intelbras (2015). Manual do usuário. [http://en.intelbras.com.br/sites/default/files/downloads/manual do usu](http://en.intelbras.com.br/sites/default/files/downloads/manual_do_usuario) Acessado em junho de 2017.
- Luiz, T. A. (2015). Alocação de canal em redes wlan considerando a utilidade marginal total da conexão para usuários. Universidade Federal de Ouro Preto.
- PINHEIRO, J. M. S. (2003). Guia completo de cabeamento estruturado.
- Souto, M. E. and Pazzi R., J. K. (2016). Atribuição dinâmica de canais em redes sem fio não coordenadas ieee 802.11, baseada em fatores de sobreposição e intensidade de sinal.
- SYMANTEC (2003). Implementando uma lan sem fio segura. http://www.symantec.com/region/br/enterprisesecurity/content/framework/BR_3074.html.
- Tanenbaum, A. S. (2003). *Computer Networks*. ed. Campus, Holanda.