Formulário do Projeto de Pesquisa
Edital Universal de Pesquisa nº 14/2014/PROPPI

Programa Institucional de Apoio a Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

(Todos os campos são de preenchimento obrigatório)

1. IDENTIFICAÇÃO *É vedada a identificação do proponente no corpo do projeto, bem como no nome do arquivo enviado.*	
1.1 Título do projeto: Um protocolo de transporte eficiente para redes sem-fio IEEE 802.11	
1.2 Categoria de pesquisa: *Preencher apenas uma categoria.*	
	Pesquisa Básica
x	Pesquisa Aplicada
	Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
1.3 Câmpus: São José	
1.4 Carga horária prevista a ser destinada à execução do projeto: 4	

2. ÁREA PRINCIPAL DA PESQUISA *Indicar **apenas uma** área de pesquisa, conforme tabela de área de conhecimentos do CNPq, disponível em:* *http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/TabelaAreasConhecimento_042009.pdf*			
x	Ciências Exatas e da Terra		Ciências Agrárias
	Ciências Biológicas		Ciências Sociais Aplicadas
	Engenharias		Ciências Humanas
	Ciências da Saúde		Linguística, Letras e Artes
	Multidisciplinar		Outros
2.1 Subárea da pesquisa *Indicar **apenas uma** sub-área de pesquisa, conforme tabela de área de conhecimentos da CAPES, disponível em: http://memoria.cnpq.br/areasconhecimento/index.htm*			
Subárea: Ciência da Computação			

3. TEMA PROPOSTO PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO *Indicar **apenas um** tema relacionado ao projeto de pesquisa.*	
x	Arranjos Produtivos
	Educação
	IFSC Sustentável

3.1 Subtema *Definir **apenas um** subtema, de acordo com o tema escolhido acima. Caso o projeto não se enquadre em nenhum subtema definido pelo edital, indicar o subtema do projeto em "**Outro**":*

Subtema: Tecnologia da Informação e Comunicação
Outro:

4. PLANO DE TRABALHO

4.1 Título do projeto

	Período de execução	
Um protocolo de transporte eficiente para redes sem-fio IEEE 802.11	*08/2014*	*07/2015*

4.2 Resumo do projeto (10-15 linhas)

Elaborar o resumo do projeto, incluindo o problema, a hipótese, os objetivos e a metodologia.

A arquitetura de redes da Internet inclui o protocolo TCP, com papel de principal protocolo de transporte usado por aplicações. Esse protocolo implementa uma forma de controle de congestionamento, que usa um mecanismo do tipo janela deslizante para regular quantas mensagens um transmissor pode enviar antes de receber uma mensagem de confirmação. O não recebimento de confirmações é interpretado pelo protocolo como perdas devido a congestionamentos, causando a redução do tamanho da janela de transmissão e consequentemente diminuindo a taxa com que mensagens são transmitidas. Esse comportamento do protocolo considera que perdas de mensagens são devidas exclusivamente a congestionamentos na rede. No entanto, perdas de mensagens são frequentes em redes sem-fio IEE 802.11, as quais são causadas por colisões ou erros de bit. Essas perdas são recuperadas pelo protocolo de acesso ao meio, o que pode atrasar a entrega de uma mensagem de confirmação ao transmissor. Tais atrasos variáveis inseridos nas comunicações através do meio sem-fio podem induzir o protocolo TCP a reduzir o tamanho da janela de transmissão de seu controle de congestionamento. Este projeto pretende propor mecanismos de ajuste automático para o protocolo TCP, para evitar um subaproveitamento da capacidade do enlace sem-fio. As modificações propostas serão demonstradas por meio de um protótipo em uma rede real.

4.3 Introdução e Justificativa da Proposição (10-30 linhas)

Deverá conter o problema, a hipótese e a justificativa, bem como incluir os objetivos geral e específicos.

O uso de redes sem-fio IEEE 802.11 para comunicação entre computadores e demais dispositivos e para acesso a Internet vem se massificando. Junto a isso, a popularização de smartphones e laptops intensificou o uso de redes sem-fio. Tais dispositivos acessam diversos serviços de rede, sendo TCP o principal protocolo de transporte usado por aplicações na Internet.

O protocolo TCP busca adaptar a taxa de transmissão de mensagens à capacidade disponível da rede entre o transmissor e o receptor. Essa adaptação se faz por um tipo de controle de congestionamento que interpreta perdas de mensagens como sinais de congestionamento. No entanto, o projeto do TCP não considerou a existência de perdas de mensagens devido a erros de transmissão em enlaces. Assim, uma perda devido a erro no enlace de dados é entendida pelo TCP como congestionamento, forçando-o a reduzir a taxa de transmissão de mensagens. No caso de enlaces em redes sem-fio IEEE 802.11, em que erros de transmissão são frequentes, isso pode fazer com que uma comunicação ocorra com taxa inferior a que seria possível.

O problema apresentado se deve ao tratamento ineficiente dado pelo TCP a eventuais erros de transmissão em redes sem-fio IEEE 802.11. Tais erros já são tratados pelo protocolo de acesso ao meio CSMA/CA usado nessas redes, que faz a retransmissão de mensagens perdidas. Porém essas retransmissões estão sujeitas a atrasos não desprezíveis, cujos efeitos podem levar o TCP a interpretá-las como congestionamento. Com isso, dispositivos que se comunicam usando a rede sem-fio podem ser levados a se comunicarem a taxas menores do que seria possível, causando um subaproveitamento da capacidade da rede sem-fio. O efeito para os dispositivos seria uma rede aparentemente mais lenta.

Este projeto tem como objetivo geral popor mecanismos que induzam o protocolo TCP a aumentar a eficiência do uso do enlace de dados em redes sem-fio IEEE 802.11, sem modificações nos pontos finais das conexões. Para isso, serão investigadas as interações entre controle de congestionamento TCP e perdas e retransmissões em redes IEEE 802.11. Como objetivos específicos, devem-se i) ajustar parâmetros TCP de conexões em andamento de acordo com informações obtidas do MAC CSMA/CA IEEE 802.11, e ii) especificar um ponto de acesso IEEE 802.11 que contenha os mecanismos propostos.

4.4 Fundamentação teórica (20 – 100 linhas)

Descrever os conceitos tecnológicos/científicos empregados ou a serem desenvolvidos no projeto e o estado atual do conhecimento.

O subaproveitamento de enlaces sem-fio em redes IEEE 802.11 por comunicações TCP, e o possível baixo desempenho dessas transmissões, tem sido alvo de diversos estudos, como sumarizado em (BIDWE, 2013) e (LEUNG; LI; 2006). A disputa pelo acesso ao meio entre as estações sem-fio e ponto de acesso, arbitrada pelo protocolo MAC CSMA/CA, implica perdas e retransmissões ocasionais de mensagens na camada de enlace. Devido ao caráter não-determinístico do acesso ao meio com esse protocolo MAC, os atrasos para transmissão de mensagens podem sofrer variações significativas. Essa característica das comunicações em redes sem-fio IEEE 802.11 influencia negativamente os mecanismos de entrega confiável e controle de congestionamento do protocolo TCP.

Como descrito em (RATNAM; MATTA; 2003), o projeto do protocolo TCP considera que perdas de mensagens ocorram devido a congestionamentos, supondo que erros de transmissão em enlaces tenham probabilidade baixa de ocorrer. Transmissões são controladas por um mecanismo ARQ do tipo Volta-N, em que a janela de congestionamento define um certo número de mensagens que podem ser enviadas antecipadamente antes de se receberem suas confirmações. Perdas são caracterizadas no TCP por ausência de mensagem de confirmação dentro do prazo calculado pelo protocolo, ou por confirmações duplicadas. Nesses casos, o controle de congestionamento reduz a janela de transmissão, para que se diminua a quantidade de mensagens em trânsito na rede. Se perdas ou atrasos excessivos forem causados pela acesso ao meio sem-fio, isso pode ser amplificado pelo controle de congestionamento TCP. O efeito resultante é a redução da vazão nas conexões TCP afetadas, com subaproveitamento do enlace sem-fio.

Algumas propostas foram apresentadas para melhorar o aproveitamento de enlaces sem-fio por comunicações TCP. Duas abordagens se destacam: i) modificações no protocolo TCP, como proposto em (RATNAM; MATTA; 2003) e (PURVANG; KOTHARI; DASGUPTA; 2011), e ii) intervenção transparente pelo ponto de acesso, como proposto em (PANG; LIEW; LEUNG; 2005), (GUPTA; MIN; RHEE; 2012) e (BLEFARI-MELAZZI et al; 2007).

Abordagens que envolvam modificações no protocolo TCP ou na camada de enlace são de difícil concretização. No caso do TCP, tais alterações implicam modificar os softwares de incontáveis sistemas na Internet. De forma parecida, modificar a camada de enlace demanda alterar equipamentos que formam a infraestrutura das redes sem-fio IEEE 802.11. Assim, a escala e variedade de sistemas a serem modificados, em ambos os casos, limita tais propostas a ambientes de teste, sendo inviáveis em larga escala.

Abordagens que exploram a intermediação das comunicações feita por pontos de acesso podem ser feitas sem modificar os sistemas finais que se comunicam com TCP. Desta forma, a semântica fim-a-fim dessas comunicações pode ser preservada, o que facilita a adoção dos mecanismos propostos. Pontos de acesso estão em uma posição privilegiada nos cenários em questão, por estarem tipicamente entre a rede sem-fio e a rede cabeada. Desta forma, tais equipamentos em princípio têm acesso a informações sobre ambas as redes, o que pode ser usado por mecanismos que busquem melhorar o aproveitamente do enlace sem-fio.

Este projeto propõe usar a abordagem com intermediação de ponto de acesso.

4.5 Metodologia do projeto (10 – 40 linhas)

Descrever a metodologia de desenvolvimento e de gerenciamento do projeto, destacando quais são as etapas, os pontos críticos a serem monitorados e os possíveis riscos no desenvolvimento do projeto.

O desenvolvimento será realizado em duas partes: i) avaliação de desempenho de comunicações TCP em redes IEEE 802.11, e ii) desenvolvimento de mecanismo de ajuste automático de parâmetros TCP. Um aluno bolsista ficará responsável pelas tarefas do projeto. A presente proposta será conduzida em seis

etapas, descritas a seguir:

1. Estudo do protocolo TCP e do protocolo MAC CSMA/CA: serão revisados os conceitos sobre comunicações baseadas em TCP, e os mecanismos desse protocolo para que se ajuste à capacidade aparente da rede fim-a-fim. Em seguida, serão estudadas as características do meio sem-fio e o protocolo MAC CSMA/CA empregado em redes IEEE 802.11. Especial atenção deve-se dar à identificação de interações entre esses protocolos. Ao final desta etapa, será gerado um relatório do tipo tutorial como indicador físico.
2. Avaliação de desempenho de comunicações TCP em redes IEEE 802.11: nesta etapa deve-se implantar um cenário típico para uma rede sem-fio IEEE 802.11, composta por um ponto e acesso e dispositivos (tablet, smartphones, laptops). Devem-se realizar experimentos com comunicações TCP, usando um analisador de espector WiFi para monitoramento e coleta de dados. O principal objetivo é identificar a utilização máxima esperada para a rede sem-fio, comparando-a com a utilização verificada durante o monitoramento e o comportamento do protocolo TCP durante as comunicações. Ao final, será gerado um relatório como indicador físico.
3. Modelagem de mecanismos no ponto de acesso: usando os resultados da etapa 2, devem ser identificados parâmetros do protocolo TCP que possam ser ajustados de forma transparente pelo ponto de acesso. Com esse ajuste, espera-se aumentar a eficiência na utilização da rede sem-fio. O resultado desta etapa é um relatório com a descrição do modelo do mecanismo proposto.
4. Desenvolvimento de mecanismos no ponto de acesso: deve-se implementar o modelo de mecanismo proposto na etapa 3. Para isso será primeiramente usada uma placa RaspberryPi, que pode ser configurada como ponto de acesso. Nessa placa a ativação e testes de software podem ser agilizados. A versão final do software deve ser embutida em um ponto de acesso de fato. O indicador físico desta etapa deve ser o software contendo o mecanismo de ajuste para comunicações TCP.
5. Testes de validação dos mecanismos desenvolvidos: deve-se reproduzir o cenário dos experimentos da etapa 2, porém usando o ponto de acesso com o mecanismo de ajuste embutido. A avaliação de desempenho deve ser repetida, e seus resultados comparados com os obtidos na etapa 2. Pode ser necessário aperfeiçoar o mecanismo desenvolvido, o que implica revisar as etapas 3 e 4. Ao final desta etapa, será gerado um relatório com a descrição dos resultados da nova avaliação de desmepenho.
6. Redação de artigo científico: preparação de um artigo para ser submetido para publicação em conferência relacionada, e também na revista no IFSC.

4.6 Importância, impactos e resultados (10 – 30 linhas)

Escrever a importância do projeto, os impactos na sociedade e os resultados esperados com a sua realização.

As redes sem-fio se tornaram praticamente ubíquas, tendo sua utilização crescendo aceleradamente devido a massificação de smartphones e tablets. Além disso, outras aplicações são vislumbradas para essas redes, tais como redes de sensores sem-fio, vigilância eletrônica e aplicações M2M (Machine-to-Machine). Assim, a capacidade dos canais sem-fio deve ser aproveitada o máximo possível para que essa diversidade de dispositivos possam efetivamente se comunicar. Isso motiva a busca pela redução de ineficiências existentes em protocolos usados por aplicações e demais mecanismos existentes na infraestrutura da rede sem-fio. O resultados esperados do projeto podem melhorar a eficiência no uso de redes sem-fio, assim atendendo essa necessidade.

O projeto tem como um resultado a especificação de uma implementação de referência dos mecanismos propostos em um ponto de acesso real. Essa tecnologia pode ser repassada a desenvolvedores de equipamentos de rede nacionais, desta forma ajudando-os a incrementar o diferencial de seus produtos para redes sem-fio IEEE 802.11.

4.7 Descrever a infraestrutura existente para a execução do projeto (10 – 30 linhas)

Descrever a viabilidade técnica e a de execução do projeto.

A realização do projeto demanda um computador, um ponto de acesso capaz de executar um firmware de código aberto, um analisador de espectro Wifi, e dispositivos para comunicação pela rede sem-fio (laptops, tablets e smartphones). O computador deve ser usado para desenvolvimento e para testes de comunicação. O ponto de acesso deve ter seu firmware substituído por um firmware de código aberto, o qual possa ser modificado para implementar as modificações propostas. O analisador de espectro tem a finalidade de monitorar as transmissões pelo meio sem-fio, identificando interferências, erros de transmissão,

retransmissões e utilização do meio. Demais dispositivos são necessários para realizar testes de comunicação, de forma a verificar melhorias na eficiência do uso da rede sem-fio.
A Área de Telecomunicações do Câmpus São José do IFSC possui computadores e smartphones disponíveis para projetos de pesquisa. No caso do ponto de acesso, são necessários dois equipamentos: i) um ponto de acesso compatível com firmware baseado em Linux, e ii) um kit de desenvolvimento para agilizar a programação e testes dos mecanismos a serem criados. O kit de desenvolvimento deve ser uma placa RaspberryPi com adaptador Wifi, que pode ser configurada para agir como ponto de acesso. Por fim, devem-se adquirir um tablet Android e um analisador de espectro Wifi.

4.8 Vínculo com atividades de Extensão (10-20 linhas)
Se necessário, descrever a relação de projeto de pesquisa com atividades de extensão, exemplificando as possíveis atividades de extensão.

4.9 Cronograma de execução: metas (qualitativas ou quantitativas) – etapa ou fase

Meta	Descrição	Indicador Físico		Duração	
		Unidade	Quantidade	Início (mês/ano)	Término (mês/ano)
01	Estudo do protocolo TCP e do protocolo MAC CSMA/CA	Relatório	1	08/2014	09/2014
02	Avaliação de desempenho de comunicações TCP em redes IEEE 802.11	Relatório	1	09/2014	11/2014
03	Modelagem de mecanismos no ponto de acesso	Relatório	1	11/2014	12/2014
04	Desenvolvimento de mecanismos no ponto de acesso	Aplicativo	1	12/2014	04/2015
05	Testes de validação dos mecanismos desenvolvidos	Relatório	1	02/2015	06/2015
06	Redação de artigo científico	Artigo	1	06/2015	07/2015

4.10 Execução Financeira Detalhada *(SOMENTE PARA PIPCIT-IFSC SERVIDOR)*
Liste aqui os itens a serem adquiridos para viabilizar a execução do projeto de pesquisa, justificando claramente a relação entre o item adquirido e sua importância para atingir as metas do projeto. ***Os itens que não forem claramente justificados poderão ser negados.***

Item	Descrição	Justificativa	Quantidade	Valor unitário	Valor Total
01	Ponto de acesso IEEE 802.11n	Equipamento onde serão embutidos mecanismos a serem desenvolvidos	01	400,00	400,00
02	Tablet com sistema Android	Testes de conformidade nas comunicações através da rede sem-fio com o ponto de acesso modificado.	01	600,00	600,00
03	Analisador de espectro WiFi	Analisar as transmissões através da rede sem-fio durante os testes, identificando a ocupação do meio sem-fio e contabilizando erros de transmissão.	01	3000,00	3000,00
04	Placa de desenvolvimento	Equipamento para construir um	01	360,00	360,00

	RaspberryPi com adaptador WiFi	protótipo para o ponto de acesso. O software nele desenvolvido pode ser portado diretamente para o ponto de acesso definitivo.			
				Valor mínimo do projeto	**R$2.400,00**

4.11 Você já teve bolsa(s) de pesquisa, em anos anteriores, vinculadas ao IFSC(PIPCIT-IFSC, PIBITI-CNPq, PIBIC-CNPq, PIBIC Af-CNPq, exceto PIBIC-EM, ou por qualquer outro edital de pesquisa oferecido pelos Câmpus)?

(x) Sim ( ) Não

4.12 Solicitação e justificativa do número de bolsas:

Bolsa para coordenador do projeto

Tipo de Bolsa	(x) Sim ( ) Não	**Justificativa**
PIPCIT – IFSC (servidor)		Aquisição de material para o desenvolvimento do projeto.

Bolsa para aluno

Tipo de bolsa	**Exigência**	**Quantidade**	**Justificativa**
PIPCIT – IFSC (aluno)	Preferencialmente aluno do ensino técnico.		Um aluno deverá desenvolver as tarefas inerentes ao projeto. O nível de aprofundamento exige que seja um aluno de graduação.
PIBITI – CNPq	Somente aluno de graduação.		
PIBIC – CNPq	Somente aluno de graduação.	01	
PIBIC – CNPq Ações Afirmativas	Somente aluno de graduação.		

4.13 Referências bibliográficas (conforme a ABNT)

VIECCO, Camilo; GUPTA, Minaxi. **A Dense Wireless LAN Case Study.** EUA: Indiana Camputer Science Department, 2006. (Technical Report TR640).

PURVANG, Dalal; KOTHARI, Nikhil; DASGUPTA, K. S. **Improving TCP Performance Over Wireless Nertwork With Frequent Disconnections**. International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.3, No.6, Novembro de 2011. Disponível em: <http://airccse.org/journal/cnc/1111cnc11.pdf>. Acesso em: 04 maio 2014.

GUPTA, Arpit; MIN, Jeongki; RHEE, Injong. WiFox: Scaling WiFi Performance for Large Audience Environments. **Proceedings of the 8th international conference on Emerging networking experiments and technologies (CoNEXT'12)**. Nice, França, 2012. Pp 217-228. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2413176.2413202>. Acesso em: 04 maio 2014.

BLEFARI-MELAZZI, Nicola et al. TCP Fairness Issues in IEEE 802.11 Networks: Problem Analysis and Solutions Based on Rate Control. IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 6, No. 4, Abril de 2007. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=4155674>. Acesso em: 04 maio 2014.

PANG, Qixiang; LIEW, Soung; LEUNG, Victor. Performance Improvement of 802.11 Wireless Access Network with TCP ACK Agent and Auto-Zoom Backoff Algorithm. **Proceedings of Vehicular Technology Conference (VTC 2005).** Stockholm, Suécia, 2005. *V*ol. 3, pp. 2046 – 2050. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1543683>. Acesso em: 04 maio 2014.

RATNAM, Karunaharan; MATTA, Ibrahim. **WTCP: An Efficient Mechanism for Improving Wireless**

Access to TCP Services. International Journal of Communication Systems, Vol. 16, No. 1, pp 47-62, Fevereiro de 2003. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/dac.579/abstract>. Acesso em: 04 maio 2014.

BIDWE, Ranjeet V. **Different Issues and Survey of Proposed Solutions in TCP over Wireless Environments**. International Journal of Future Computer and Communication, Vol. 2, No. 6, pp. 556-561, 2013. Disponível em: <http://www.ijfcc.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=43&id=490>. Acesso em: 04 maio 2014.

LEUNG, Ka-Cheong; LI, Victor. Transmission Control Protocol (TCP) in Wireless Networks: Issues, Approaches, and Challenges. IEEE Communications Surveys, Vol. 8, No. 4, 2006. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=4062840>. Acesso em: 04 maio 2014.

5. TERMO DE RESPONSABILIDADE

Declaro que este projeto está em conformidade com a Resolução Nº 013/2008/CD do Conselho Diretor, a qual estabelece as normas para realização das atividades de pesquisa e extensão pelos servidores do IFSC. Assumo, ainda, o compromisso de cumprir as exigências do edital, nos prazos estabelecidos, bem como de não comprometer as atividades do meu cargo, em função do desenvolvimento do projeto.

São José, 5 de maior de 2014.