



# SIBRAGEC ELAGEC 2015

## São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

## CONTROLE DE RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DE FERRAMENTAS DE ACOMPANHAMENTO REMOTO

**OLIVEIRA, Victor Hugo M. (1); SERRA, Sheyla M. B.(2)**

(1) e-mail: victorhugomazon@gmail.com (2) Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), (44) 9141-2922, e-mail: sheyla.ufscar@gmail.com.

### RESUMO

A atual configuração da indústria da construção civil necessita de melhorias nos seus processos construtivos e sistemas de gestão e de segurança dos seus canteiros de obras. Historicamente, a construção civil apresenta altos índices de acidentes do trabalho, tornando necessária a realização de pesquisas que reduzam os riscos de acidentes nos canteiros de obras. Para isso, mudanças no pensamento estratégico se fazem necessários para conduzir o setor à introdução de novas tecnologias com o intuito de produzir ambientes integrados, seguros e com alta produtividade. Esta lacuna tecnológica formulou uma demanda que direcionou a investigação proposta por essa pesquisa a fim de demonstrar a viabilidade da utilização de métodos de acompanhamento remoto na identificação de pessoas e áreas de risco. Para tal fim, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) contribuirá como um instrumento tecnológico de identificação através de sinais de Rádio Frequência (RFID) na configuração do sistema de monitoramento a ser adotado pela pesquisa. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho consiste em produzir estudos direcionados à elaboração de ferramentas de gestão de segurança, e gerenciamento de pessoas e equipamentos remotamente. Espera-se com isso, obter resultados que indiquem a viabilidade tecnológica e econômica da utilização do acompanhamento remoto por meio do RFID em larga escala para que o mesmo possa se tornar uma ferramenta efetiva de melhoria da segurança no canteiro de obras.

**Palavras-chave:** RFID. Tecnologia da Informação e Comunicação. Construção Civil. Gestão de pessoas. Segurança do trabalho.

### ABSTRACT

The current construction industry configuration needs improvement in its construction processes, management systems and in the security of its construction sites. Historically, the civil construction shows high rates of occupational accidents, making it necessary to carry out research to reduce the risk of accidents at construction sites. For this, changes in strategic thinking are necessary to drive the industry to introduce new technologies in order to produce integrated environments, safe environments and high productive. This technological gap has formulated a demand that directed research proposed by this research to demonstrate the feasibility of using remote monitoring methods to identify persons and risk areas. To this objective, the Information and Communication Technology (ICT) will contribute as a technological tool of identification through radio frequency signals (RFID) in the monitoring system configuration to be adopted by research. Therefore, the objective of this research is to produce studies aimed at developing security management tools, and managing people and equipment remotely. It is expected to get results indicating the technological and economic viability of using remote monitoring with RFID on a large scale so that it can become an effective tool to improve safety on the construction site.

**Keywords:** RFID. Information and communication technology. Civil Construction. People management. Workplace safety.

## **1 INTRODUÇÃO**

Historicamente a construção civil apresenta um grande índice de acidentes do trabalho, ocorridos principalmente nos canteiros de obra. Segundo BRASIL (2014), o setor é geralmente visto tanto pelo governo quanto pelos trabalhadores e setores empresariais, como sendo um das atividades em que mais ocorrem acidentes que resultam em lesões temporárias e permanentes, eventualmente levando ao óbito de trabalhadores.

Este cenário crítico motivou o desafio apresentado por este trabalho em demonstrar a viabilidade operacional em termos tecnológicos e econômicos, mesmo sendo esta uma tecnologia já difundida em outros setores da economia, e a importância da aplicação deste sistema de monitoramento remoto para um melhor planejamento e para o desenvolvimento de um ambiente seguro nos canteiros de obras.

Essencialmente o propósito aqui estabelecido foi de produzir uma ferramenta de monitoramento remoto utilizando como instrumento um sistema de Identificação por Rádio Frequência, do inglês “*Radio-Frequency Identification*” (RFID), capaz de: alertar os funcionários, através de aviso sonoro ou aviso vibratório, ao se aproximarem de áreas de risco; identificar pessoas e equipamentos dentro do canteiro de obras.

Agregando distinção a outros métodos de monitoramento utilizados em canteiros, está o propósito de combinar as aplicações da tecnologia RFID em um “centro de controle remoto” projetado para monitorar e documentar todos os dados relativos à conduta em tempo real de pessoas e equipamentos como: controlar a aproximação dos trabalhadores a áreas de risco, controlar o acesso ao canteiro, monitorar peças e ferramentas.

Os métodos e ferramentas usualmente empregados na identificação de áreas de risco como placas de sinalização, faixas de alerta, pinturas de piso e parede com cores de alerta, não compartilham do princípio de ativar instantaneamente a atenção do funcionário por som ou vibração, mesmo que este, apesar de reconhecidamente encontrar-se em um ambiente de risco, não estiver atento. Os dados apontados por BRASIL (2014) destacando a ocorrência sistemática de acidentes atestam a atual realidade desse problema.

De encontro ao difícil panorama vivido pelo setor, está a inegável evolução que o mercado tem imposto as empresas no sentido de se desenvolverem e investirem em novas ferramentas de tecnologia da informação e comunicação (TIC) que reduzam os acidentes, melhorem a produtividade, diminuam os desperdícios e aumentem o controle das atividades do canteiro de obras para se manterem competitivas. Um forte sinal dessa evolução é o fato de desktops, notebooks e tablets não serem mais equipamentos restritos aos escritórios e estarem presentes habitualmente nos canteiros de obras.

Apesar das significativas vantagens, infelizmente a utilização de TIC nos canteiros de obras no Brasil é muito baixa por inúmeros motivos. Segundo Soibelman apud Nakamura (2012), existe certo desconhecimento no Brasil sobre as principais TIC's que podem ser aplicadas na construção. Para este professor, por exemplo, o RFID, é um exemplo de inovação na construção, que deveria ser mais estudada.

Para Mehrjerdi (2008), a indústria da construção tem mostrado grande interesse em usar a tecnologia e sistemas RFID. Entretanto, ainda existem poucos exemplos das aplicações desta tecnologia, tornando-se importante atrair a atenção de pesquisadores e profissionais em projetos do mundo real.

Existe, portanto, uma lacuna tecnológica no estudo da aplicação desta tecnologia voltada para a construção civil que vise demonstrar a viabilidade de utiliza-la como uma

ferramenta de acompanhamento remoto de identificação de pessoas e de áreas de risco por meio do desenvolvimento e emprego de um sistema RFID. Isto devido a limitações de aplicabilidade ainda a serem testadas e desenvolvidas diretamente no canteiro.

Diante desse cenário, a investigação de um novo caminho, que contribua com inovações voltadas ao desenvolvimento de novas ferramentas com aplicabilidade específica na segurança e saúde do trabalhador e na gestão de funcionários e equipamentos, fazendo uso de ferramentas de TIC consagradas em outros setores, mostra-se como uma resposta à demanda por inovações assinaladas pela indústria da construção.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) pode ser definida como a busca do estado de estar livre de riscos aceitáveis de danos nos ambientes de trabalho, garantindo o bem estar físico, mental e social dos trabalhadores (BENITE, 2004).

A Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2005) indica que garantir a segurança e saúde do trabalho é dever do empregador, que deve mostrar forte comprometimento com as atividades de SST, bem como garantir um Sistema de Gestão da Saúde e Segurança do Trabalho (SGSST).

A compreensão da SST se aprofunda com base na definição dos conceitos relativos a acidente de trabalho e gestão de segurança conforme estabelecido na sequência deste trabalho.

### **Acidente de trabalho**

A Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991 indica como conceito legal de acidente de trabalho:

“o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho” (BRASIL, 1991).

Souza (2007) fornece outra conceituação para acidente de trabalho, e define o mesmo como qualquer ocorrência não programada, inesperada, que interfere ou interrompe o processo normal de uma atividade, trazendo como consequência, perda de tempo, dano material ou lesões aos trabalhadores.

Binder e Almeida (1997) salientam que, apesar do termo “acidente de trabalho” insinuar um fenômeno não previsto, na verdade trata-se de fenômenos previsíveis, que podem ser prevenidos por meio de neutralização ou de eliminação dos fatores capazes de desencadeá-los.

### **Segurança do trabalho na construção civil**

De acordo com dados da OIT (2013), ocorrem anualmente 270 milhões de acidentes de trabalho em todo o mundo. Aproximadamente 2,2 milhões deles resultam em mortes. No Brasil, segundo o relatório, são 1,3 milhão de casos, que têm como principais causas o descumprimento de normas básicas de proteção aos trabalhadores e más condições nos ambientes e processos de trabalho.

Segundo Santos (2013), analisando-se o setor da construção civil em relação ao número total de acidentes do trabalho ocorridos no Brasil, nota-se um acréscimo evolutivo de 2006 para 2010. Os números indicados por Brasil (2014) mostram que enquanto o total de acidentes no Brasil cai 6,7% no período de 2008 a 2012, o total de acidentes no setor da construção civil aumenta 19%. Evidentemente esse diferencial nas taxas de variação fez com que a construção civil tivesse participação crescente no total de acidentes do trabalho no país. Em 2008 os acidentes na construção civil representaram 6,9% do total de acidentes, passando a representar 8,9% em 2012, evidenciando o crescente peso desse setor na ocorrência de acidentes do trabalho.

De fato, a atual situação dos sistemas de segurança não tem sido suficientemente eficaz no combate aos acidentes apresentados pelo setor, justificando, portanto, as respostas que podem ser alcançadas com o desenvolvimento de sistemas como o de monitoramento remoto por rádio frequência ou outros.

### **Sistema de rastreamento por Rádio Frequênciа**

No sentido de desenvolver a aplicação da tecnologia na construção, o uso da TIC tem crescido consideravelmente abrangendo diversas fases do ciclo de produção, desde a fase de concepção do empreendimento até a fase de uso e manutenção, permeando também, pela fase de gestão da produção no canteiro.

Para Vieira (2006) existe uma gama muito grande de tecnologias operacionais à disposição e que estão sendo utilizadas no setor industrial de forma crescente. Algumas dessa tecnologias poderiam ser aplicadas na construção, como: código de barras e leitores; Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI – *Eletronic Data Interchange*), Sistema de Gerenciamento de Armazém (WMS – *Warehousing Management System*), tecnologia de Identificação por Etiquetas Inteligentes (RFID), entre outros.

A tecnologia objeto deste estudo é brevemente definida por Glover e Bhatt (2006, p.1), como:

RFID, termo que descreve alguns sistemas de identificação em que um dispositivo eletrônico que usa rádio frequência ou variação do campo magnético é fixado em um item.

De maneira simplificada, o RFID é um conceito similar ao código de barras. É visto como um meio de melhorar os processos de dados e é complementar às tecnologias existentes. Tem sido usado em aplicações ferroviárias e portuárias em países como: África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canada, China, Coréia do Sul, Hong Kong, Japão, Malásia, México, Nova Zelândia, Singapura e Tailândia (ROBERTS, 2006).

O sistema é composto pelas *Tags*, que são os dispositivos fixados ao item que se quer rastrear, e o *Reader*, que é o dispositivo leitor capaz de reconhecer a presença das *Tags*, e ler as informações contidas nela (GLOVER; BHATT, 2006).

Após ler as informações das *Tags*, o *Reader* transfere a um sistema as informações da presença e dados contidos nas *Tags* presas ao item rastreado. O sistema que os *Readers* se comunicam são geralmente *softwares* chamados de *RFID Middleware*.

Giretti et al. (2009) complementa que há uma série de contribuições que aceitam o sistema de rastreamento de posições como um valioso meio para a gestão, gerenciamento, controle e desenvolvimento de tarefas na construção civil.

De fato, a amplitude de possibilidades aplicacionais faz dessa tecnologia um instrumento de coleta de dados operacionalmente significativo. Algumas dessas aplicações podem ser elencadas como: gestão de materiais e insumos, gestão de pessoas e situações de risco.

Contudo, a implantação de novas tecnologias estabelecem desafios. Para Dias (2012) um dos principais desafios na implantação da tecnologia está na limitação técnica profissional. O conhecimento técnico adequado é fundamental para atingir o sucesso em uma implantação do sistema RFID e por consequência, colher os resultados da tecnologia.

A autora complementa ainda que não basta instalar umas antenas, conectá-las ao leitor, ligar este leitor a um computador e passar os objetos já etiquetados, com a finalidade de identificá-los. Implantar RFID demanda de muito mais conhecimento técnico para que se possam regular as potências nas saídas do transmissor, ajustar os ângulos das antenas de modo a garantir que o portal tenha uma zona de interrogação, ou seja, a área onde ocorre a troca de informações, mais estável e eficiente (DIAS 2012).

Acredita-se, portanto, que é preciso repensar os processos. Introduzir tecnologias que realmente são de impacto como a aplicação do RFID não significa repetir de forma informatizada processos existentes, mas sim, propor uma maneira de gerir ações de uma forma inovadora.

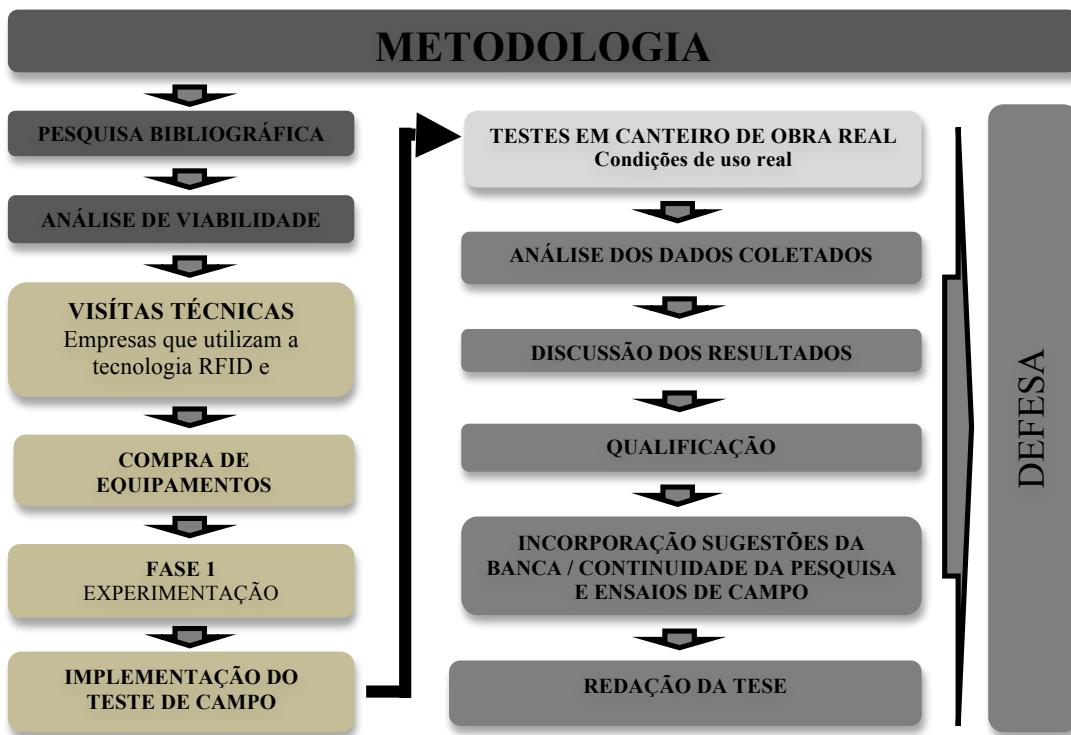
É importante ressaltar que a escolha da tecnologia não deve partir da escolha do equipamento, mas começar da análise do problema. Nesse sentido, o RFID se mostra abrangente, pois como proposto por esta pesquisa, pode ser adaptado para gerir inúmeras situações problemáticas dentro do canteiro de obras, desde o controle de funcionários, materiais, equipamentos e espaços.

### **3 MÉTODO DA PESQUISA**

A proposta metodológica aplicada a esta pesquisa pode ser entendida como um conjunto de procedimentos voltados a aplicar tecnologia de gerenciamento por monitoramento remoto à construção. Faz-se necessário, portanto, a multidisciplinariedade de conhecimentos com o intuito de potencializar a aplicação e uso dos equipamentos. Para este fim, profissionais da área de tecnologia em automação e processos industriais deverão participar da pesquisa como apoio técnico.

A estratégia de pesquisa definida para este trabalho está delineada conforme estrutura proposta na figura 3.

**Figura 3 – Delineamento da pesquisa**



Fonte: Autor (2014)

O trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica abordando sistemas de gestão e gerenciamento de equipamentos que visão a saúde e segurança do trabalhador, dentre elas, destacando a tecnologia RFID em seu aspecto mais amplo e voltado para aplicação no canteiro de obras, com os métodos gerenciais e de planejamento aplicados na construção civil.

A análise de viabilidade delimitou-se sobre dois aspectos principais: viabilidade técnica e viabilidade econômica. A observação da viabilidade técnica tem sido suprimida por meio de visitas técnicas, em que reuniões são realizadas com pesquisadores e empresas que desenvolvem e aplicam a tecnologia. Essas discussões buscaram apurar se aplicabilidade do RFID atende aos objetivos do trabalho. Do ponto de vista econômico, as questões se estendem por determinar se o custo da implantação de um sistema de monitoramento remoto utilizando o RFID é factível frente à realidade dos investimentos praticados nos canteiros de obras.

O atual estágio da pesquisa se situa entre a pesquisa bibliográfica, visitas técnicas, análise de viabilidade e compra dos equipamentos. Preliminarmente os dados resultantes dos debates e pesquisas iniciais apontam para uma efetiva viabilidade técnica e econômica para a aplicação da tecnologia. Aguarda-se neste momento a análise de orçamentos estabelecidos em diferentes fornecedores para a aquisição do primeiro conjunto de equipamentos.

O delineamento da metodologia para os ensaios experimentais deverá basear-se em métodos descritos por literatura existente relativa à aplicação de tecnologias como o *Global Positioning System (GPS)* e a *Ultra-wideband (UWB)* no acompanhamento remoto de pessoas e equipamentos e na delimitação de áreas de risco conforme Giretti et al (2009).

A consolidação do protocolo de investigação será conferida pela execução de ensaios testes em um canteiro de obra real e em escala reduzida.

#### **4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA**

A proposta de investigar novas tecnologias de monitoramento remoto utilizando a identificação por rádio frequência, que de fato possam ser absorvidas pelo setor, indica um caminho com inúmeras possibilidades.

Apontando esforços nesse sentido, espera-se com essa pesquisa obter resultados que indiquem a viabilidade da implantação de sistemas advindos do uso do *RFID* que possam se tornar instrumentos efetivos de gestão dentro do canteiro de obras.

A revisão da literatura apontou, até o momento, para um horizonte em que lacunas nas aplicações de ferramentas de tecnologia induzem a oferta de novos estudos como o proposto por este trabalho. A literatura indicou também que outras tecnologias como o *GPS* e a *UWB* já têm sido testadas para monitoramento remoto em canteiros de obras. Observou-se também, que o *RFID* vem ganhando espaço nos canteiros, no entanto o foco tem se restringido a gestão de insumos ou ao controle de acesso. Estas aplicações são largamente utilizadas em outras indústrias e por isso não tem havido problemas na inserção nos canteiros. Por outro lado, a proposta focada no monitoramento remoto de áreas de risco, de acesso e a gestão de equipamentos, integrados a um centro de controle é o que diferencia e justifica as pesquisas aqui realizadas.

Os resultados obtidos com as visitas técnicas, com as reuniões com pesquisadores, desenvolvedores e fornecedores tem se revertido positivamente. Os dados obtidos sugerem que as pesquisas deveram ser bem sucedidas em suas análises técnicas e econômicas. Este aporte técnico tem sido fundamental no entendimento de como uma tecnologia já existente pode ser aplicada a carências inerentes construção civil brasileira.

A base estabelecida pela revisão de literatura e aporte técnico profissional proporcionou a atual conjuntura da pesquisa. A união desses elementos motivou a prospecção de equipamentos *RFID* através de orçamentos realizados no setor privado. As aquisições dos equipamentos irão oportunizar o inicio da próxima etapa da pesquisa, a fase de experimentação com os testes de campo.

Para este fim, as pesquisas buscarão contribuir com investigações simulatórias da implantação do sistema de rastreamento remoto em ambientes e atividades da construção civil, verificando a utilização dos equipamentos, permitindo assim, avaliar se tecnologicamente e economicamente o sistema se mostrará relevante frente às problemáticas propostas.

#### **5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA**

As pesquisas indicam que a aplicação da tecnologia *RFID* no setor tem crescido e se desenvolvido nas ultimas décadas. Muitas são as contribuições que uma ferramenta

## SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – SÃO CARLOS – SP

como esta pode agregar as atividades no canteiro de obras. No entanto, dedicar esta ferramenta a proteção da saúde e segurança dos trabalhadores é o desafio proposto por esta pesquisa.

A barreira ainda a ser ultrapassada consiste em como empregar os equipamentos de forma que a coleta de dados seja adequada às necessidades inerentes ao conjunto de medidas de proteção necessária para a configuração de um sistema de segurança para os trabalhadores.

As respostas para essas lacunas podem estar na necessidade da união de mais de uma tecnologia, buscando suprimir assim, as limitações observadas no RFID.

## REFERÊNCIAS

BENITE, A. G. **Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho para empresas construtoras.** 2004. 221 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

BINDER, M. C. P.; ALMEIDA, I. M. **Estudo de caso de dois acidentes do trabalho investigados com o método de árvore de causas.** *Caderno de Saúde Pública*, Oct./Dec. 1997, vol. 13, nº4, p. 749-760.

BRASIL. DATAPREV. **Lei Nº 8.213** – DE 24 DE JULHO DE 1991 – DOU DE 14/08/1991, 1991. Disponível em:< <http://www81.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1991/8213.htm>> Acesso em: 17 jun. 2014.

BRASIL. **Ministério da previdência social.** Informe da previdência social. Volume 26. N07, 2014. Disponível em: < [http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2014/10/Ret\\_Offset\\_Informe\\_julho\\_2014.pdf](http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2014/10/Ret_Offset_Informe_julho_2014.pdf)>. Acesso em: 07 de Mai de 2015.

FORUM, E. **Guidelines for the development and application of health, safety and environmental management system.** London, p. 45. 1994.

GIRETTI, A.; CARBONARI, A.; NATICCHIA, B.; DE GRASSI, M. **Design and first development of a automated real-time safety management system for construction sites.** *Journal of Civil Engineering and Management*. Vol. 15, Issue 4, 2009, p.325-336.

GLOVER, B.; BHATT, H. **RFID Essentials. United States of America:** O'Reilly, 2006. 260p.

MEHRJERDI, Y. Z. **RFID-enabled systems: a brief review.** Emerald Group Publishing Limited. Yazd University, Yazd, Iran. Vol 28, Nº 03, 2008, p.235-245.

NAKAMURA, J. **Canteiro digital.** *Téchne*, n. 182, p. 56-60, Maio de 2012. Disponível em: <<http://www.teclogica.com.br/blog/wp-content/uploads/2012/06/Canteiro-Digital.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2013.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). **Doenças Profissionais são principais Causas de Morte no Trabalho,** 2013. Disponível em: <<http://www.oitbrasil.org.br/content/doencas-profissionais-sao-principais-causas-de-mortes-no-trabalho>> Acesso em: 17 jun. 2014.

ROBERTS, C.M. **Radi--o Frequency Identification (RFID).** Sciencedirect, Universidade de Otago, Nova Zelândia, 2006. P. 18-26.

**SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – SÃO CARLOS – SP**

SANTOS, C. R. F. G. **Diagnóstico de sistemas de proteção coletiva em canteiros de obras na região de São Carlos.** 2013. 222 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

SOUZA, M. A. D. S. **O papel do SESMT nas empresas privadas e no serviço público.** 2007. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Direito) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2007.