# Utilização do dispositivo de proteção à corrente diferencial residual em instalações provisórias do canteiro de obra

**Luciana Hazin Alencar (UFPE) lhazin@ufpe.br**
**Andreza Carla Procoro Silva (UFPE) andrezaprocoro@hotmail.com**
**Vilma Villarouco, Dra (UFPE) villarouco@hotmail.com**
**Beda Barkokébas Júnior, Dr (UPE/ UNICAP) barkokebas@smartsat.com.br**

## Resumo

*A aceitação do acidente como algo inerente ao trabalho é um erro cometido freqüentemente por empresas e indivíduos. O pouco conhecimento do assunto é insuficiente para que percebam no acidente do trabalho uma irregularidade danosa, possível de ser evitada. Tal falha evidencia-se na indústria da construção civil que apresenta uma multiplicidade de fatores que predispõem o operário a riscos acidentais, tais como instalações provisórias inadequadas, com instalações elétricas mal executadas, sub-dimensionadas e com má conservação ou envelhecimento. Uma proteção eficaz, tanto à segurança dos equipamentos quanto à vida dos usuários é atendida pelo Dispositivo de Proteção à Corrente Diferencial Residual (DR), compatível com as exigências da norma NBR 5410/97 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Além da proteção contra choques elétricos, esse dispositivo também é utilizado como proteção contra incêndios .Nesse sentido, o presente trabalho engloba uma pesquisa documental e análise bibliográfica sobre o dispositivo DR e um estudo de caso realizado em uma edificação vertical de médio porte de uma empresa construtora na Região Metropolitana do Recife - que utiliza esse dispositivo em suas instalações provisórias, descrevendo as razões para a adoção do dispositivo e as melhorias obtidas com a sua utilização.*

*Palavras-chave: Segurança, Proteção, Choque-elétrico*

## 1. Introdução

As questões que envolvem os acidentes de trabalho na construção civil têm merecido maior atenção nas últimas décadas, sendo fortemente enfatizadas, a partir da consolidação de preocupações com a qualidade de vida dos operários deste setor. Comparada a outras indústrias, conforme afirmam Goldenhar et al (2001), a construção é responsável pelo terceiro maior índice de acidentes fatais.

Inseridos nessa problemática, os acidentes decorrentes da má administração e utilização dos recursos energéticos ganham destaque quando sua prevenção alia-se a medidas redutoras do consumo de energia elétrica.

A eletricidade é uma fonte de perigo, podendo causar a morte de pessoas se não forem tomados cuidados especiais, sendo ela perigosa mesmo quando utilizada em "baixas tensões", como por exemplo, as de 110 volts. Portanto, para prevenir acidentes, toda instalação elétrica deve ser executada de forma segura por um profissional qualificado e supervisionada por um profissional legalmente habilitado.

Segundo a definição legal encontrada no artigo 131 do Regulamento dos Benefícios da Previdência Social, instituído pelo Decreto n$^0$ 2172 de 05 de março de 1997, acidente do trabalho é aquele que ocorre no exercício do trabalho, a serviço da empresa, ou ainda pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação

funcional que cause a morte, a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. Já do ponto de vista prevencionista, Cruz (1996) *apud* Rocha (1999) alerta que o acidente do trabalho é tratado como "uma ocorrência não programada que interfere no andamento do trabalho, ocasionando danos materiais ou perda de tempo útil". De igual importância para o entendimento do presente trabalho são as definições de choque elétrico e corrente de fuga.

*Choque elétrico* é o conjunto das alterações que acontecem no organismo, quando este é exposto à eletricidade, sendo causado por uma corrente elétrica que passa através do corpo humano ou de um animal qualquer; já a designação c*orrente de fuga* é a dada corrente de condução que devido à isolação imperfeita, percorre o caminho diferente do previsto (FUNDACENTRO, 2001).

O Dispositivo de Proteção à Corrente Diferencial Residual (DR) protege pessoas contra efeitos nocivos causados por choques elétricos através da detecção de corrente de fuga e desligamento imediato do circuito. O DR possui faixas de corrente de 25, 40, 63 e 125 A para correntes de fuga de 30 a 500mA em 220/380V.

As instalações elétricas temporárias em canteiros de obras são realizadas para a utilização de máquinas e equipamentos, assim como para a iluminação do local da construção, sendo desfeitas, posteriormente, no encerramento da obra. Estas instalações necessitam de execução e manutenção corretas, para que ofereçam segurança aos operários que dela se utilizam para a realização de suas atividades.

Objetivando-se avaliar os benefícios da implantação do dispositivo DR em instalações temporárias em canteiros de obras, este trabalho descreve as características do DR, seu emprego e limitações e, apresenta um estudo de caso realizado em obra vertical de médio porte de uma Empresa Construtora, localizada na Região Metropolitana do Recife, que utiliza esse dispositivo em suas instalações provisórias, descrevendo as razões que levaram à sua adoção e as melhorias obtidas com a sua utilização.

## 2. Quadro atual de utilização do dispositivo

A indústria da construção civil apresenta uma multiplicidade de fatores que predispõem o operário a riscos acidentais tais como instalações provisórias inadequadas, com instalações elétricas mal executadas, sub-dimensionadas e com má conservação ou envelhecimento que colocam em risco tanto a segurança dos equipamentos como a vida dos seus usuários.

Ore & Casini (1996) afirmam que mais de 2000 (duas mil) mortes por eletrocussão foram identificadas entre os trabalhadores da construção civil nos Estados Unidos, no período de 1980 a 1991, com uma média anual de 2,5 mortes por cada cem trabalhadores. Embora essa razão tenha diminuído, a morte de trabalhadores da construção ainda correspondia a uma razão quatro vezes maior do que a de todas as indústrias combinadas, o que justifica uma ação corretiva para o problema.

A utilização deste dispositivo em canteiros de obra ainda não é obrigatória, o que justifica o reduzido número de construtoras utilizando esse dispositivo em Pernambuco. Na região Metropolitana do Recife existem atualmente cerca de 203 empresas construtoras cadastradas no SINDUSCON/PE (junho, 2002), das quais apenas 01 % deste montante faz uso do DR em suas instalações provisórias.

De acordo com a Portaria n° 30 de 20 de Dezembro de 2001, a utilização do DR em andaimes suspensos motorizados e plataformas por cremalheira é obrigatória. Segundo a NBR 5410/97, o uso do dispositivo também é obrigatório em circuitos de áreas "molhadas" (cozinhas, banheiros, áreas de serviço, áreas externas, etc.), assim como em instalações de prédios de

utilização pública (shoppings centers, hospitais, supermercados, etc). A sua utilização em instalações provisórias do canteiro de obra, segundo Maurício Vianna (junho,2002), coordenador da NR-18 – Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção, estaria se concretizando no prazo de um ano a partir daquela data, ou seja, em meados do corrente ano.

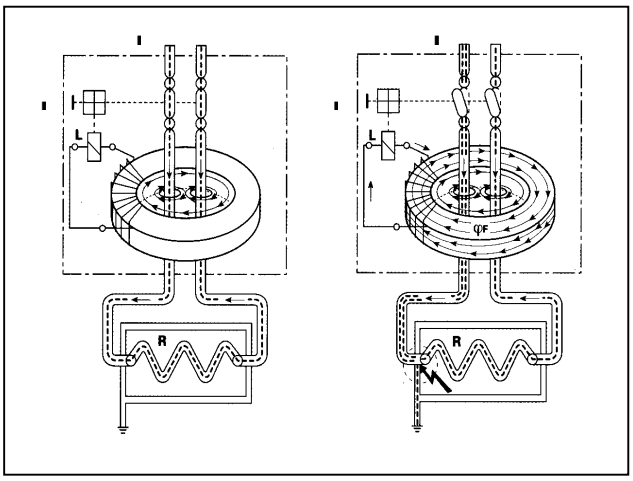
De acordo com dados do Ministério do Trabalho de Pernambuco, no ano de 2000 não foram registrados acidentes fatais decorrentes de choques elétricos; já em 2001, foram registradas 03 ocorrências na Região Metropolitana do Recife. Como a meta de toda empresa é alcançar o índice zero de acidentes, torna-se urgente e necessária a adoção de uma legislação mais rigorosa que torne obrigatória a utilização do DR não apenas nos andaimes suspensos motorizados e plataforma por cremalheira mas em todas as máquinas e equipamentos utilizados no canteiro de obras visando assim a segurança de seus operários.

A relevância do presente trabalho encontra-se no fato da notória escassez de informações a respeito do tema e pela importância latente que o mesmo representa, visto que na indústria da construção civil é comum a ocorrência de acidentes, em alguns casos fatais, envolvendo choques elétricos.

## 3. O Dispositivo DR

O DR é um dispositivo para interrupção do circuito elétrico de ação rápida, que detecta pequenos desequilíbrios no circuito e que se destina à proteção de pessoas contra os efeitos nocivos causados por choques elétricos, através da detecção da corrente residual de fuga e desligamento imediato do respectivo circuito (SIEMENS, 2002).

Por representar a proteção mais eficaz contra fugas provocadas por toques acidentais em partes sob tensão ou falhas de isolação, sua utilização é recomendada pela Norma de Instalações Elétricas ABNT/NBR-5410. Seu princípio de funcionamento é bastante simples. Numa fração de segundos, o dispositivo desliga a energia elétrica do equipamento. O DR continuamente combina o valor da corrente que entra no equipamento elétrico com aquela que retorna do equipamento, através de um circuito elétrico próprio. Ao ocorrer uma diferença de alguns miliampéres entre a corrente elétrica que entra e a que retorna, o DR interrompe o fornecimento de energia elétrica ao equipamento, dentro de um tempo menor do que 40/1000 de segundo.




(Fonte: Siemens, 2002)
Figura 1 – Evidencia o princípio de funcionamento do DR

F1 - Dispositivos DR de proteção contra a corrente de fuga à terra

T - Transformador diferencial toroidal

L - Disparador eletromagnético

R - Carga (aparelho consumidor)

A - Contato indireto (fuga à terra por falha da isolação

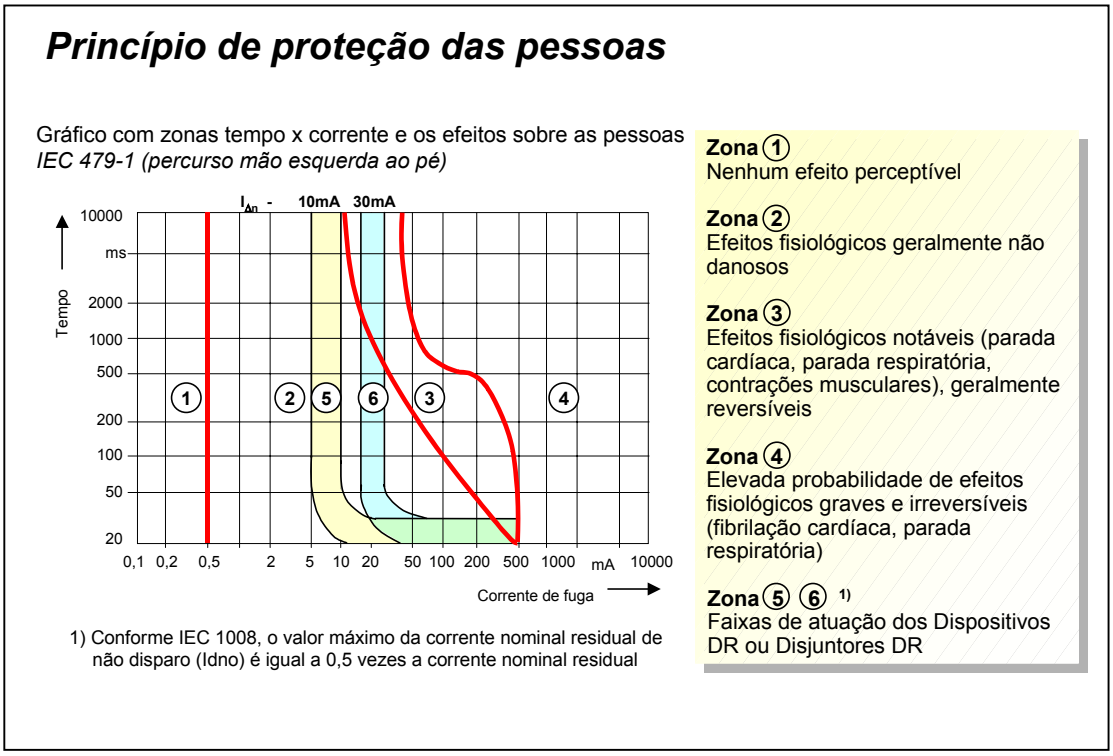
$\varphi_F$ - Fluxo magnético da corrente residual

$I_F$ - Corrente secundária residual induzida

O DR dispõe de um botão de teste, que permite constatar, ao ser pressionado se o dispositivo encontra-se em condições ideais de funcionamento. Os pequenos desequilíbrios podem ter sua origem na falha do isolamento elétrico do equipamento. Daí a conseqüente perda de suas características de isolação, devido ao seu envelhecimento, ao uso incorreto ou, então, ao seu funcionamento impróprio, quer pela deficiência, pela eliminação, ou por qualquer meio de isolamento elétrico (FREITAS,1980).

*4.1- Empregos do DR*

O primeiro emprego do DR é na proteção contra os riscos de acidentes apresentados pelo choque elétrico. Resultados de vários estudos conduzidos para a determinação dos efeitos produzidos no ser humano quando correntes elétricas de diferentes valores circulam pelo seu corpo, em intervalos de tempo diferentes, levaram à identificação de seis zonas de tempo x corrente e os seus efeitos sobre as pessoas. Os dispositivos DR são indicados para a proteção das pessoas contra uma corrente de fuga de até 30mA. Acima deste valor o dispositivo destina-se exclusivamente à proteção das instalações.




(Fonte: Siemens, 2002)

Figura 2- Gráfico de identificação de zonas de tempo x corrente e seus efeitos sobre as pessoas.

O segundo emprego do DR na proteção contra incêndios é relevante devido a graves ocorrências envolvendo incêndios em centros urbanos, com perdas materiais e humanas irreversíveis, cuja origem é, muitas vezes, decorrente de instalações elétricas defeituosas ou envelhecidas. Em tais casos, comumente, o laudo final atribui as causas do incêndio a "curto circuito", designação genérica que não determina com precisão a origem do problema. Na realidade, na maioria das vezes, o curto circuito é a causa do incêndio, mas não a origem do problema que se situa na área do envelhecimento das ligações e fiação, ou em defeitos de conexão que provocam fugas de corrente à terra por faiscamento (CARLÉS & SCHREYER, 2001).

Quanto ao terceiro emprego do DR - proteção contra as condições que ofereçam riscos remotos de graves acidentes por choque elétrico – pode-se dizer que é aplicado quando não for possível ter confiabilidade quanto às características do aterramento elétrico serem mantidas ao longo do tempo ou mesmo quando o próprio aterramento elétrico venha a ser anulado como elemento de apoio do DR em sua operação. Isso pode acontecer no caso de atividades industriais, comerciais e residenciais que, em ocasiões extremas, venham a anular as funções do aterramento elétrico, como elemento que contribui para o acionamento do DR e também para evitar que haja riscos de choque elétrico para pessoas que exercem atividades visivelmente perigosas sob todos os aspectos, principalmente nos casos de atividades em indústrias de construção, quando as pessoas não têm conhecimento dos princípios básicos a serem seguidos ao utilizarem equipamentos, aparelhos ou os recursos oferecidos pelas instalações elétricas. Nelas, as condições de trabalho são tais que, além de tornarem as funções do aterramento elétrico muito duvidosas, também fazem com que seus trabalhadores estejam executando a cada instante funções diferentes, o que faz que muitas situações, entre as quais as de riscos de acidentes, sejam criadas (FREITAS, 1980).

Sua quarta aplicação, segundo Carlés & Schreyer (2001), possibilita o racionamento de energia nos locais onde o aterramento elétrico realmente funciona, como é o caso da Espanha onde as hastes utilizadas para este fim são soldadas. No Brasil, o fato de as hastes serem apenas amarradas umas às outras, impossibilita usufruir dessa vantagem.

### *4.2. Suas Limitações*

Apesar de todas as vantagens demonstradas o DR apresenta limitações como as que serão aqui destacadas.
A primeira, referente ao uso do dispositivo, é que ele não protegerá a pessoa de sofrer um choque elétrico se esta vier a tocar, simultaneamente, em duas partes de um circuito elétrico que estejam com potenciais elétricos diferentes (contato fase-fase ou fase-neutro).

A segunda limitação, se é que pode ser atribuída a ele, é o seu acionamento automático quando, aparentemente, nenhum defeito no equipamento ou instalação elétrica, enfim, no seu isolamento, ocorreu. Essa situação acontecerá, seja por motivos de má manutenção dos equipamentos ou instalação elétrica, como existência de material estranho nos seus circuitos elétricos, má conservação dos fios elétricos e conectores e ferramentas elétricas molhadas. Essa situação também poderá acontecer quando são usados circuitos (fios) elétricos extremamente longos, colocados muitos equipamentos elétricos para serem alimentados por um único DR, ou quando a sua instalação é imprópria (como um DR para rede elétrica monofásica ser empregado em uma trifásica).

## 3. Delimitação da amostra

O estudo de caso refere-se a uma empresa construtora de médio porte, pertencente ao montante de 01% das empresas construtoras da Região Metropolitana do Recife que utilizam o DR em suas instalações provisórias. Esse percentual, referente ao mês de junho/2002, eqüivale a duas empresas.

A empresa construtora onde foi realizado o Estudo de Caso tem como escopo a construção de edificações de médio porte com alto padrão de acabamento sendo uma das primeiras do Estado de Pernambuco na área de construção vertical a receber a certificação ISO 9002/94, estando em curso o processo de transferência para ISO 9000/2000. A empresa realiza um trabalho sério na área de segurança do trabalho sendo grande parte de seus esforços voltados para a segurança e o bem estar de seus funcionários.

A fim de obter informações relevantes a respeito da utilização do dispositivo no canteiro de obras, foram elaborados dois tipos de questionários para orientar as entrevistas. O primeiro foi aplicado à diretoria da empresa, contendo perguntas específicas, semi-estruturadas, que visaram: apreender os motivos que levaram à utilização do dispositivo em suas instalações provisórias; descobrir as dificuldades encontradas para sua implementação; conhecer os benefícios trazidos com a sua utilização, assim como aspectos referentes ao custo de implantação. O segundo tipo de questionário foi direcionado ao corpo técnico da empresa com o objetivo de conhecer a sua percepção relativa às dificuldades de implementação, melhorias e benefícios trazidos com a utilização do dispositivo pelos engenheiros e técnicos em segurança do trabalho responsáveis pelas obras.

Além da aplicação dos questionários realizou-se entrevistas com os funcionários responsáveis pela operação dos equipamentos elétricos que possuem a proteção do dispositivo, como é o caso dos vibradores, betoneira e serra elétrica, a fim de obter informações relativas à reação destes operários face à adoção do DR e aos benefícios percebidos com a sua utilização .

## 5. Estudo de Caso

Realizado em um canteiro de obra da Região Metropolitana do Recife o estudo de caso tem como objetivo analisar os fatores de implantação do dispositivo diferencial residual nesse canteiro e os motivos pelos quais a sua adoção pelas empresas construtoras é tão reduzido.

Segundo a diretoria da empresa alvo do estudo de caso, o fator preponderante que motivou a utilização do dispositivo em seus canteiros de obra foi a possibilidade de diminuição do risco de choque elétrico, que na maioria dos casos é fatal.

A empresa já utilizava o dispositivo na entrega do seu produto final, de acordo com as disposições da NBR 5410/97, a qual obriga o seu uso em circuitos de áreas "molhadas" (cozinhas, banheiros, áreas de serviço, áreas externas, etc.). Com a obtenção da certificação ISO 9002/94 e com trabalhos desenvolvidos na área de segurança do trabalho, a empresa optou pela implantação do DR em suas instalações provisórias do canteiro de obra, mesmo sem a obrigatoriedade para este caso pela NBR 5410/97, a fim de oferecer condições de trabalho mais seguras para seus operários.

Não foram observadas dificuldades de ordem técnica para a implantação do dispositivo visto que o mesmo necessita apenas ser instalado em conjunto com um disjuntor. Ressalte-se que por parte dos operários não houve qualquer resistência à inovação, ao contrário, aceitaram muito bem a implantação do DR, devido ao fato do dispositivo propiciar maior segurança à realização dos trabalhos.

O custo não foi um empecilho para a sua implantação. Um dispositivo dessa natureza custa em média R$120,00, valor irrisório ao ser comparado com a proteção da vida humana. A diretoria afirma que o fato de outras empresas do setor não utilizarem o DR no canteiro de obras e em muitos casos também no produto final, deve-se ao desconhecimento do produto por parte do seu corpo técnico, além da não cobrança pela fiscalização do trabalho.

Segundo a técnica de segurança residente da obra em estudo e responsável pela implantação desse dispositivo na empresa, o principal benefício observado após a sua utilização foi a maior segurança dos funcionários quando do desenvolvimento de determinadas atividades com equipamentos elétricos como o uso dos vibradores durante a concretagem, o manuseio da betoneira na fabricação de concreto e argamassas, e o uso da serra elétrica circular na carpintaria, equipamentos estes que atualmente possuem o dispositivo.

A função e utilidade do DR foram explicadas pela técnica de segurança aos eletricistas, operadores e usuários dos equipamentos protegidos pelo dispositivo a fim de conscientizá-los dos benefícios referentes à segurança para a realização de suas atividades.

Segundo o operador da betoneira, o dispositivo já disparou várias vezes ocasionando o desligamento imediato do respectivo circuito fato este decorrente do contato de arames armazenados próximos ao equipamento ou devido ao contato de fios com a água ou pelo desgaste da fiação utilizada ocasionando a fuga de correntes. Em todos os casos o DR provocou o desligamento imediato do sistema protegendo a vida de seus operadores.

Assim sendo, os principais benefícios observados após a sua utilização foram referentes à indicação e corte da corrente elétrica quando houve ocorrência de fuga de corrente de algum equipamento além da obtenção de um ambiente de trabalho mais sadio sem o risco de acidentes envolvendo choques elétricos.

Não há a necessidade da instalação de um dispositivo por equipamento. Para minimizar o custo de implantação pode-se utilizar um dispositivo para vários equipamentos, sendo neste caso o dispositivo instalado no quadro geral do canteiro. O inconveniente é que se houver algum equipamento com defeito, o dispositivo será acionado e será cortado o fornecimento de energia para todos os equipamentos ligados a ele. Esse provavelmente não é o tipo de instalação mais adequado, uma vez que qualquer paralisação no andamento das atividades da obra agrega um grande custo para a empresa. No caso em estudo, foi utilizado um dispositivo por equipamento, garantindo uma agilidade maior no reconhecimento do equipamento defeituoso e seu conseqüente reparo.

A seguir é mostrada a instalação do dispositivo na betoneira e na serra circular.

Figura 3 - Dispositivo DR instalado na serra elétrica

Figura 4 - Dispositivo DR instalado na betoneira

## 6. Considerações finais

Em 1975, o dispositivo diferencial residual já era utilizado no Japão por indústrias químicas. Somente em 1998 tornou-se obrigatório no Brasil a sua utilização nos prédios públicos e nas áreas molhadas de edifícios e residências, estando prevista para 2003 a sua obrigatoriedade nos canteiros de obras.

Esse dispositivo ainda parece ser hoje um equipamento desconhecido por muitos empresários do ramo da construção, uma vez que apenas 01% das empresas cadastradas no SINDUSCON/PE o utilizam nos seus canteiros de obras. Enquanto não se tornar obrigatório o seu uso nos equipamentos elétricos das instalações provisórias, continuará a haver ocorrências de acidentes envolvendo choques elétricos na construção civil que poderiam ser evitados. Mesmo com a norma de instalações elétricas de baixa tensão – NBR 5410/97 que obriga o seu uso em áreas molhadas do seu produto final, ainda há muitas empresas que não o utilizam e inúmeros engenheiros e empresários que desconhecem a importância de sua utilização e os seus benefícios.

A divulgação de seus benefícios e a utilização do DR nos canteiros de obras evitará que as pessoas sofram acidentes provenientes do uso da energia elétrica, mesmo que as condições inseguras para a ocorrência dos mesmos tenham suas origens em condições ou, até mesmo, em falhas de processo.

Como a inserção da obrigatoriedade do DR em instalações provisórias na norma NR-18 deverá ser feita em 2003, espera-se que o percentual de sua utilização cresça significativamente. A coordenação da NR-18 estima que entre 2004 e 2005 aproximadamente 80% das construtoras estarão utilizando esse dispositivo. A conscientização é sempre um processo árduo e demorado. Faz-se necessário que o Ministério do Trabalho intensifique a fiscalização dos procedimentos de segurança, no sentido de continuar reduzindo o índice de acidentes nos canteiros de obras do Estado de Pernambuco.

## Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Instalações elétricas de baixa tensão* - NBR 5410/97.

CARLÉS, P. & SCHREYER, L. (2001) - Grandes Incêndios – um perigo evitável . *Revista Siemens*, [s.l.], [s.ed.].

FREITAS, R. (1980) - A solução definitiva dada pelo dispositivo de proteção operado por corrente diferencial-residual, contra vários tipos de acidentes de trabalho de origem elétrica. In: 19º CONGRESSO NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO, Brasília, 1980. *Anais...* São Paulo, FUNDACENTRO, 447 il.

FUNDACENTRO. (2001) - *Engenharia de Segurança do Trabalho na Indústria da Construção Civil,* [s.l.].

GOLDENHAR, L. M.; MORAN, S. K. & COLLIGAN, M.(2001) - Health and safety training in a sample of open-shop construction companies. *Journal of Safety Research.* v.32, issue 2, [s.l.], p.237-252.

*NR 18 – Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção*. (2001) - Brasília, FUNDACENTRO**.**

ORE, T. & CASINI, V. (1996) - Electrical fatalities among US construction workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine.* V.38 , issue 6, [s.l.], p.587-592.

ROCHA, C.A. (1999) - *Diagnóstico do cumprimento da NR 18 no subsetor edificações da construção civil e sugestões para melhorias*. Porto Alegre. 158 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil (UFRGS).

SIEMENS. (2002) - Palestra proferida por Josildo Fernandes da Silva, Recife.