**USO DO SENSOR DE TAXA DE CORROSÃO INSTATÂNEA COMO TÉCNICA DE MONITORAMENTO DA CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO [[1]](#footnote-1)**

Marianna Mousinho de Lacerda[[2]](#footnote-2)

Renata Müller [[3]](#footnote-3)

RESUMO

A corrosão é uma patologia que pode ser desenvolvida nas estruturas de concreto armado e provocar inúmeros danos à elas. Como o concreto armado é o método construtivo mais utilizado, os prejuízos gerados pela presença de corrosão são considerados até desastrosos. Para isso, os sensores serão utilizados como meio de monitorar as estruturas de concreto e as possíveis corrosões nas mesmas. Tal mecanismo possibilita a previsão da vida útil das estruturas, o comprometimento da mesma em relação à corrosão e os riscos que ela pode causar e ainda indicar o tempo necessário para realizar um reparo na mesma. Para isso, foram elencados e explanados quatro tipos de sensores: galvânico, de umidade, de fibra óptica e de taxa de corrosão. Realizou-se um estudo diferenciando-os e escolheu-se o sensor de taxa de corrosão como o mais eficiente, pelo fato realizar uma análise completa e demonstrar detalhadamente o que ocorre na estrutura. Dessa forma, o equipamento GECOR6 foi utilizado como exemplo de sensor de taxa de corrosão instantânea, comprovando as comparações já realizadas entre os tipos de sensores.

Palavras-chave: Concreto Armado, Monitoramento da Corrosão, Sensor de Taxa de Corrosão.

**1 INTRODUÇÃO**

O concreto armado é o método construtivo mais utilizado mundialmente, em larga escala, porém, possui uma vida útil que pode ser acelerada devido questões ambientais. A corrosão é uma patologia que surge espontaneamente devido à exposição das estruturas à agentes considerados causadores, como a carbonatação e os íons cloretos. Desse modo, pode-se observar que a corrosão pode causar enormes danos às estruturas, provocando desastrosas consequências.

Tendo em vista, minimizar os danos causados pela corrosão, surge-se a ideia de monitorar as estruturas de concreto armado, fazendo uso de sensores. Tais sensores tem a capacidade de monitorar a estrutura, indicando o tempo de vida da estrutura, indicando se existe ou não corrosão na mesma, os riscos que essa corrosão pode causar - caso exista e o tempo ideal para realizar manutenção na mesma, contribuindo para a otimização do uso do concreto armado.

Assim, como objetivo geral deste ensaio, pretende-se discutir a funcionalidade do sensor taxa de corrosão instantânea, aplicado na atividade de monitorar a corrosão em estruturas de concreto armado, destacando a importância do seu uso quanto à otimização do monitoramento de tais estruturas comparado aos sensores que fazem uso de outro existentes no mercado.

Sendo mais específicos, têm-se como objetivos, fazer um levantamento bibliográfico para fundamentar a investigação, explanar sobre o processo de corrosão; identificar e caracterizar o processo de corrosão em estruturas de concreto armado; destacar a importância do monitoramento da corrosão como forma de garantir o controle sobre o mesmo, diminuindo os impactos causados pela problemática; explanar e elencar as possíveis técnicas de monitoramento das corrosões, inclusive as que fazem uso dos sensores taxa de corrosão instantânea; focalizar no uso dos sensores taxa de corrosão instantânea; explanar o funcionamento do sensor taxa de corrosão instantânea em relação ao monitoramento das estruturas de concreto quanto à corrosão; utilizar o sensor GECOR 6 como exemplo de sensor de taxa de corrosão e por fim, destacar a importância do uso de sensores como forma de otimizar o monitoramento das corrosões em estruturas de concreto.

O assunto abordado neste trabalho é interessante, pois enfatiza o estudo do monitoramento da corrosão em estruturas de concreto por meio do uso de sensores taxa de corrosão instantânea. Tal importância dar-se-á pelo fato de que na Construção Civil, o concreto armado é utilizado em largas escalas, porém é um material que possui uma determinada vida útil. Assim, apresentam patologias que podem ser decorrentes ao tempo ou decorrente de sua exposição indevida à agentes que provocam sua degradação. Uma dessas patologias referentes ao concreto é a corrosão, que podem comprometer a estrutura causando enormes danos.

Dessa problemática surge a importância do monitoramento de estruturas de concreto com o uso de sensores. Tais sensores auxiliam no monitoramento dessas estruturas, estimando a duração da estrutura, indicando os riscos que ela pode causar, tempo para o reparo e outros, para isso, o sensor de taxa de corrosão foi o escolhido para ser mais detalhado neste ensaio, comprovando sua importância.

Utilizaremos neste trabalho o livro de Hilsdorf et al., intitulado “Química Tecnológica” para realizar um estudo e abordar sobre o processo corrosivo. Será utilizado também a dissertação de mestrado de Carlos Henrique Linhares Feijão, apresentado à Universidade de Brasília, intitulado “Contribuição ao estudo de Uso de Sensores de Corrosão para Estruturas de Concreto Armado”; que servirá como suporte para realizar o estudo principalmente da corrosão em estruturas de concreto armado e abranger o uso de sensores em tal aplicação. Estes são de extrema importância, pois abordam os conceitos fundamentais para a realização deste trabalho, que é a corrosão, principalmente em estrutura de concreto.

A revista Techné também será utilizada, com o aproveitamento dos artigos da Adriana de Araújo: “Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto: sensor galvânico” e “Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto: sensor de umidade, de taxa de corrosão e de fibra ótica.”, tais artigos introduzem a ideia da importância do monitoramento da corrosão fazendo o uso de sensores, como o sensor galvânico, de umidade, de fibra ótica e o de taxa de corrosão, que será o foco deste ensaio.

O Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, com o Estudo de Caso: “Estudo de Caso de uma Estrutura de Concreto com Corrosão por Carbonatação – Análise da Velocidade Instantânea da Corrosão das Armaduras Usando o GECOR 6” onde será de extrema importância para a análise do monitoramento de estruturas de concreto com o uso de um sensor de taxa de corrosão, o Gecor 6, que também será explanado ao longo deste ensaio. Além de muitas outras teses e artigos que abordaram sobre assunto, auxiliando-nos neste trabalho.

Utilizar-se-á neste ensaio principalmente a metodologia bibliográfica, com o intuito de se obter um conhecimento fundamentado acerca do tema retratado, utilizando então, diversas obras de diferentes autores. Além da metodologia bibliográfica, será utilizada também a metodologia dedutiva, já que as obras citadas serão utilizadas também para que os autores deste trabalho possam retirar suas próprias conclusões que serão expostas no mesmo, caracterizando assim, a metodologia dedutiva.

**2 CORROSÃO**

O termo corrosão pode ser definido como sendo um processo de deterioração de um material através da sua reação com o meio em que se encontra, sendo esse material metálico ou não, de acordo com Hilsdorf et al. (2004) apud Fontana e Greene (1967). Outros autores, porém, definem corrosão como sendo uma reação entre o material e o seu meio, sendo este material metálico e convertido a um material não metálico. Mas de uma forma mais generalizada, a corrosão pode ser considerada como uma transformação em metais e ligas metálicas devido à sua exposição ao ambiente que se encontra.

**2.1 Princípios da Corrosão**

Para se obter um metal é necessário um composto encontrado na natureza, de onde será extraído o metal e aplicado uma certa quantidade de energia para realizar essa extração. O processo de corrosão se relaciona com o método de obtenção do metal, sendo então um processo reverso do mesmo. Então, “pode-se dizer que quanto maior a energia usada na extração do metal, maior será sua tendência a voltar à forma original por meio da corrosão, embora, naturalmente, a velocidade desta dependa do meio.” (HILSDORF et al., 2004, p.256). Dessa forma, de acordo com o que foi dito, quanto mais difícil é extrair um metal, mais esse metal terá a tendência de voltar à sua forma inicial, que será influenciada, facilitada ou não, pelo meio em que o metal se encontra e esse retorno à sua forma inicial é o que compreende a corrosão.

**2.2 Corrosão em Estruturas de Concreto**

Segundo Feijão (2000) apud Bakker (1988), as características do concreto, como porosidade, permeabilidade, absorção e suas próprias características químicas demonstram a sua resistência contra à ação de agentes agressivos, causadores de corrosão, como íons cloreto e C$O\_{2}$, principalmente; assim, um concreto bem dosado deveria proporcionar uma ótima proteção à armadura, impossibilitando o ingresso desses agentes agressivos.

A corrosão observada nessas estruturas de concreto armado pode ser causada principalmente pelos íons cloretos e o fenômeno da carbonatação. E intensificadas ou aceleradas por meio de agentes físicos e mecânicos, como algumas variações na temperatura, ou choques mecânicos na estrutura, podem contribuir para esse processo, possibilitando a entrada desses agentes agressivos.

Após a entrada desses agentes agressivos, a corrosão se instala na superfície do metal da armação. A superfície que é corroída funciona como vários eletrodos, onde ocorrem as reações anódicas e catódicas, assim como uma reação eletroquímica espontânea, necessitando então, de uma diferença de potencial para ocorrer tais reações. E essa diferença de potencial existe devido os eletrodos serem de material diferentes ou as soluções dos eletrodos terem diferentes atividades ou os eletrodos estarem submetidos à diferentes pressões ou à diferentes temperaturas.

A corrosão no concreto armado pode acontecer de maneiras diferentes, como por meio da corrosão galvânica, por carbonatação e por cloretos, por exemplo, e que são os principais formas de corrosão no concreto armado.

A corrosão galvânica ocorre, basicamente, quando dois tipos de metal estão conectados, e um é mais nobre que o outro. Assim, de forma espontânea um metal tende a oxidar mais que o outro, gerando um processo de corrosão no metal que tem o maior potencial de oxidação, enquanto o outro metal sofre redução.

“A carbonatação é um processo químico de neutralização do concreto, com redução significativa dos valores de pH. É também um fenômeno natural, decorrente da existência de CO2 na atmosfera.” (FEIJÃO, 2000, p. 16 apud HELENE, 1986). De forma simplificada, esse processo modifica a estrutura do concreto, possibilitando a passagem de agentes agressores ao metal.

A corrosão por cloretos acontece pelo fato do cloreto se encontrar no concreto da estrutura, ou por ser adicionado na massa do concreto ou incorporado no concreto por meio de seus poros. Assim, uma vez que os íons cloretos entram em contato com a estrutura metálica, produz uma redução no pH (de 12 à aproximadamente 5), resultando na corrosão da estrutura metálica, chamada de pite, que uma vez instalada, sempre continuará ativa.

**3 MONITORAMENTO DA CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO**

Pelo fato de que a corrosão seja um problema mundial e que prejudica muitas estruturas de concreto, atualmente, tem-se investido em técnicas para prevenir ou acompanhar esse processo de corrosão, como por exemplo, um monitoramento da mesma.

O monitoramento da corrosão nessas estruturas é um mecanismo fácil e prático no seu processo de instalação, com um custo acessível e que poder trazer excelentes retornos. De acordo com Feijão (2000) apud John (1996), algumas razões para se utilizar o método de monitoramento da corrosão, são:

* Conhecer as condições gerais da estrutura;
* Observar qualquer mudança nas condições gerais da estrutura, com objeto de avaliar e planejar possíveis medidas paliativas;
* Planejar e mensurar reparos, reforços, medidas de controles de corrosão, como proteção catódica, remoção de cloretos, realcalinização e uso de inibidores;
* Diminuir ao máximo os custos operacionais devido as inspeções necessárias.

Há basicamente dois tipos de sensores, fixos ou portáteis. Os equipamentos que são portáteis necessitam de visitas periódicas para a mensuração da corrosão, alguns dados são limitados, porém os custos são bem menores. Já os fixos, possuem uma precisão bem menor, porém os custos para seu uso são bem maiores, já que eles necessitam de softwares e hardwares mais complexos e mais caros.

Os sensores para monitoramento da corrosão serão melhor abordados à seguir, com destaque para o sensor galvânico, sensor de umidade, de fibra óptica e o sensor de taxa de corrosão com um enfoque maior.

**3.1 Sensor galvânico**

O sensor galvânico corresponde à maioria dos sensores disponíveis no mercado quando se trata do monitoramento da corrosão em estruturas de concreto, devido sua simplicidade. O mecanismo de funcionamento é basicamente igual para todos os tipos de sensores galvânicos.

“A utilização de macropares galvânicos para o monitoramento da corrosão é um dos sistemas mais simples, pois conectando-se dois metais, pode ser desenvolvida uma corrente galvânica no circuito gerado, podendo ser detectada por um amperímetro de resistência nula e analisada para se obter os dados sobre a corrosão.” (FEIJÃO, 2000 apud SCHIESSL, 1992.).

Assim, tal método de monitoramento utiliza a corrente galvânica proveniente do contato entre dois metais distintos, e é possível observá-la com o uso de um amperímetro de resistência zero, conhecido também, como técnica Zero-Resistance Ammeter (ZRA). Um desses dispositivos é o sensor de escada e sensor em anéis expansíveis.

Os dois tipos de sensores utilizam o mesmo princípio eletroquímico, onde há o contato elétrico entre uma barra de aço-carbono do sensor ou da armadura com outra barra feita de um metal mais nobre (que possui a característica de ter um potencial eletroquímico estável quando no concreto), possibilitando a medição da corrente galvânica estabelecida por essas barras de acordo com Araújo (2013).

Nesse princípio, as barras de aço-carbono assumem o papel do ânodo e a barra do material mais nobre, o papel do cátodo. Assim, a corrente galvânica é medida entre essas duas barras, que em estados normais, indicam correntes desprezíveis, pelo fato de que a barra de aço-carbono está em estado passivo, apresentado baixa ddp e a outra barra, também em estado passivo.

 Porém, quando o processo de corrosão está presente no concreto, a corrente galvânica apresenta valores significativos comparados ao estado inicial, já que as barras de aço-carbono passam a apresentar valores mais negativos que os iniciais, indicando uma variação no potencial do ânodo, consequentemente, variando a ddp.

O sensor em escada utiliza uma barra feita de um material nobre como cátodo e 6 barras de aço-carbono como o ânodo. “O sensor em escada usa o cátodo em uma posição onde o concreto não esteja saturado de água, exatamente para haver oxigênio disponível para as reações de oxi-redução na superfície do mesmo.”

Já o sensor em anéis expansíveis é composto por seis anéis anódicos e uma barra catódica feito de um metal mais nobre. Possui o mesmo princípio de funcionamento, onde a corrente galvânica entre o ânodo e o cátodo é medido, sabendo que a corrente é desprezível quando não existe corrosão, podendo então, identificar a corrosão na estrutura de concreto quando na medição da corrente galvânica houver variações.

Como vantagens, o sensor em escada e em anéis expansíveis, como sensores galvânicos, podem indicar se a estrutura está corroída ou não, estimar quando a estrutura será corroída, além de ser economicamente viável.

**3.2 Sensor de Umidade**

A umidade interfere consideravelmente tanto no processo de iniciação da corrosão como também na aceleração do processo quando a problemática já se encontra nas estruturas de concreto armado. Favorece a corrosão tanto por carbonatação quanto por penetração dos íons cloretos.

A corrosão por carbonatação é favorecida quando tem-se umidade no ambiente, que se relaciona com a quantidade de umidade existente nos poros do concreto. Quando os poros do concreto estão secos, ou seja, umidade relativa do ambiente baixa, o C$O\_{2}$ tem passagem livre para a estrutura, porém, o processo de carbonação não ocorre por não conter água. Porém, quando os poros do concreto estão cheios de água (umidade relativa do ambiente alta) a carbonatação ocorre de maneira lenta, pois o C$O\_{2} $tem dificuldade para avançar no concreto. E quando os poros estão parcialmente com água, a carbonatação ocorre de forma mais rápida, pois contém água para a reação ocorrer e simultaneamente, possui espaço no concreto para a difusão do C$O\_{2}.$ Assim, de acordo com Oliveira Andrade (2001), a velocidade da carbonatação é maior com a umidade relativa do ambiente variando entre 60 a 80%.

Já a corrosão por penetração de íons cloreto também é influenciada pelo fator umidade. Conforme Oliveira Andrade (2001) apud Helene (1993); Hussain et al. (1995), essa penetração pode se dar por meio de alguns fatores, como principalmente, o uso de aceleradores de pega que possui $CaCl\_{2}$ (cloreto de cálcio); contaminação dos materiais que possuem concreto, como água e agregados; contaminação por meio de névoa salina; contato direto com água do mar e por meio de alguns processos industriais. Então, pode-se observar que dentre 5 principais fatores elencados pelo autor, 3 relacionam-se com o contato com a água ou umidade.

Assim, são utilizados sensores de umidade, como por exemplo, o sensor de múltiplos anéis, que monitora os níveis de umidade em uma estrutura, para obter um perfil de umidade do concreto em estudo. Tal perfil auxilia os estudos, indicando o índice de umidade e possível risco de corrosão na estrutura.

O cálculo para obter esse perfil de umidade é descrito por Araújo (2013) apud Raupach; Gulikers; Reichling(2013); Sensortec (2010), onde afirmam também que esse cálculo não é preciso pelo fato de que a temperatura influencia na obtenção da resistência ôhmica.

O perfil de umidade é obtido a partir da determinação da resistência ôhmica entre pares de anéis metálicos adjacentes do sensor. Para isso, convertem-se os valores da resistência de cada par em resistividade elétrica usando a constante da célula. Por meio de curvas de calibração, é possível a conversão dos valores de resistividade elétrica em umidade. Conhecendo as profundidades de embutimento dos anéis, obtém-se o perfil de umidade. Como a temperatura do concreto afeta a resistência medida, determina-se também a temperatura para a sua compensação. Para tanto, há um eletrodo de temperatura embutido no corpo do sensor (ARAÚJO, 2013 apud RAUPACH; GULIKERS; REICHLING, 2013; SENSORTEC, 2010)..

De acordo com tais cálculos, o perfil de umidade pode ser obtido e deve ser analisados em função da variação do tempo, já que a temperatura afeta a resistência tornando o cálculo um tanto impreciso. Assim, é importante então, para analisar as propriedades do concreto que mudam de acordo com a variação do tempo, sendo influenciado pela umidade.

**3.3 Sensor de Fibra Óptica**

Fibra óptica são cabos compostos geralmente por um núcleo de vidro, uma camada intermediária de revestimento feita geralmente de sílica ou plástico e uma camada mais externa feita de acrilato. Tal fibra usada para o monitoramento permite a obtenção de uma série de informações como deformação, temperatura, força, índice óptico e parâmetros químicos, conforme Andrade (2012).

Sensores utilizando o mecanismo da fibra óptica, podem ser usados para várias finalidade e uma delas, é o monitoramento da corrosão em estruturas de concreto, complementando o estudo eletroquímico dessas corrosões.

Já foram realizados vários experimentos com construções de sensores utilizando a fibra óptica, em que geralmente, tem-se a fibra embutida em uma barra de aço-carbono e a corrosão é verificada pelo estiramento da fibra, em decorrência do aumento do volume devido o acúmulo proporcionado pela corrosão, fazendo uso desse mecanismo, conforme Araújo (2013) apud Zhao et al. (2011), foi desenvolvido três desses sensores, relacionando o aumento do volume da barra com a intensidade da corrosão.

Porém, o mais completo, foi o idealizado conforme Araujo (2013) apud Fuhr e Hustonn (1998), em que indicaram o uso de um programa de computador para monitorar a corrosão nas estruturas de concreto ao longo do tempo e utilizar um alarme sonoro, que deve ser acoplado ao sensor para alertar determinado nível da corrosão, indicando um estado crítico, porém ainda seguro da corrosão, necessitando de uma intervenção, manutenção.

**3.4 Sensor de Taxa de Corrosão**

O sensor de taxa de corrosão é um instrumento que pode ser bastante útil quando fala-se no monitoramento da corrosão em estruturas de concreto, principalmente quando tais estruturas são expostas à ambientes ofensivos e/ou tais estruturas já estão sendo corroídas . Assim, o sensor baseia-se no monitoramento da taxa de corrosão, que pode ser estudada através da técnica de polarização linear.

A técnica de polarização é usada pelo fato de que a curva de polarização de sistemas metal/meio possui um intervalo linear justamente na região do potencial de circuito aberto, onde nesse intervalo determina-se a resistência de polarização (chamada de Rp), que se relaciona com a taxa de corrosão, conforme Araújo (2013). Esse procedimento todo pode ser visualizado a partir da equação de Stern-Geary:

$$i\_{corr}= \frac{1}{Rp} \frac{b\_{a}.b\_{c}}{2,303(b\_{a}+b\_{c})}=\frac{B}{Rp}$$

Onde $i\_{corr} $corresponde à taxa de corrosão ou densidade de corrente de corrosão, Rp corresponde à resistência de polarização, que é um coeficiente angular determinado através do intervalo linear da curva de polarização e $B$ é uma constante empírica, resultante das constantes $b\_{a} e b\_{c}$, conforme descreve Araújo (2013).

Além de mensurar a taxa de corrosão, tais sensores permitem a realização de um estudo a cerca do processo corrosivo na estrutura. Assim, de acordo com os dados obtidos com o tempo, podem realizar uma análise considerando os causadores da corrosão, como a carbonatação e/ou íos cloretos, estimar os possíveis danos nas estruturas e outros.

De acordo com Araújo (2013) alguns equipamentos são capazes de realizar tal experiência, como sensores galvânicos, que monitoram a taxa de corrosão na estrutura através das barras dos ânodos e das estruturas, como por exemplo o sensor em escada, já abordado anteriormente. Porém existem sensores específicos, como o GECOR 6, que será retratado mais detalhadamente à seguir.

**4 USO DO SENSOR DE TAXA DE CORROSÃO E O GECOR 6**

Após a abordagem dos principais sensores de monitoramento da corrosão em estruturas de concreto, como sensor galvânico, de umidade, óptico e de taxa de corrosão, é possível verificar que o que mais se enquadra na relação custo-benefício para o seu uso em estruturas de concreto armado é o sensor de taxa de corrosão.

Em relação aos outros sensores, este é um sensor que monitora a velocidade da corrosão de acordo com a técnica da polarização, sendo então mais preciso e mais útil quando se trata de monitoramento de corrosão em estruturas de concreto. Essas estruturas necessitam de uma abordagem particular, devido a sua importância social e os riscos que os mesmos podem proporcionar quando em condições anormais.

Então, após realizar os cálculos da taxa de corrosão ($i\_{corr}) $deve-se analisar o valor obtido de acordo com Andrade e Alonso (1996) apud Feijão (2000) comparando-os com os indicativos.

****

Tabela 1: Valores indicativos de $i\_{corr}$. (ANDRADE e ALONSO, 1996 apud FEIJÃO, 2000).

Pode-se perceber então, que de acordo com os valores da taxa de corrosão, determina-se o estado em que a estrutura se encontra, se está sem corrosão ou com baixa, moderada ou alta corrosão.

**4.1 O Equipamento GECOR6**

De acordo com Brito (1998), o GECOR6 surgiu através de uma pesquisa realizada pela empresa “GEOCISA – Geotecnia y Cimientos S.A” juntamente com duas instituições científicas da Espanha, o “IETCC- Instituto Eduardo Torrojas de Ciencias de la Construcción” e o “CENIN-Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas”.

Brito (1998) ainda destaca as principais características do aparelho:

* A sua multifuncionalidade, em poder medir várias características ou propriedades referentes à velocidade de corrosão do aço, como por exemplo, a densidade de corrente de corrosão, potencial de corrosão, a resistividade elétrica do concreto, a temperatura e umidade relativa do ambiente e outras;
* Ser leve, pesando aproximadamente 4 kg, o que facilita o seu deslocamento e acesso às estruturas;
* Processo automatizado, evitando a interferência do operados nos resultados;
* Rapidez, realizando as leituras em aproximadamente 5 minutos;
* Memória, conseguindo armazenar cerca de 100 conjuntos de leituras no aparelho, garantindo tempos prolongados de trabalho.
* Além de ser um aparelho bastante fácil de usar.

Assim, tal aparelho pode monitorar as estruturas de concreto armado averiguando se existe corrosão na mesma ou não, calcule um tempo de vida útil do concreto e ainda indique a necessidade ou não de reparos, dependendo do estado apresentado da estrutura.Tudo por meio dos cálculos da taxa de corrosão, através da equação de Stern-Geary já citada anteriormente:

$$i\_{corr}= \frac{1}{Rp} \frac{b\_{a}.b\_{c}}{2,303\left(b\_{a}+b\_{c}\right)}=\frac{B}{Rp}$$

De acordo com Araújo (2013), onde $i\_{corr} $corresponde à taxa de corrosão ou densidade de corrente de corrosão, Rp corresponde à resistência de polarização, que é um coeficiente angular determinado através do intervalo linear da curva de polarização e $B$ é uma constante empírica, resultante das constantes $b\_{a} e b\_{c}$.

**5 CONCLUSÃO**

As estruturas de concreto armado são as mais utilizadas como método construtivo mundialmente e possuem naturalmente uma vida útil, que pode ser diminuída caso sofra patologias. Umas dessas patologias que podem comprometer o concreto armado é a incidência de corrosão na estrutura. A corrosão pode ser acelerada por fatores ambientais como a carbonatação, penetração de íons cloretos e a umidade relativa, podendo causar inúmeros danos às estruturas, inclusive o seu total comprometimento.

Tendo em vista reduzir os prejuízos causados pela corrosão, foi avaliado o uso de sensores como sendo uma alternativa viável de monitorar a estrutura quanto a seu comprometimento em relação ao nível de corrosão. Através dos estudos realizados entre alguns tipo de sensores – galvânico, de umidade, de fibra óptica e de taxa de corrosão – inferiu-se que o sensor de taxa de corrosão instantânea seria o ideal para realizar um monitoramento mais seguro nas estruturas de concreto armado.

Assim, o principal objetivo foi alcançado, pois o sensor de taxa de corrosão instantânea permite uma melhor análise da estrutura, já que os resultados obtidos por tal sensor permite imprimir várias conclusões, como se existe corrosão na estrutura, o grau de comprometimento da mesma, o tempo necessário para se realizar manutenção e muitos outros benefícios inerentes do próprio aparelho.

**REFERÊNCIAS**

ANDRADE, Rodolfo Giacomim Mendes de. **Monitoramento de curta duração de uma ponte curva em concreto armado: um estudo de caso**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-18062013-152808/publico/Dissertacao\_RodolfoGMA.pdf>. Acesso: 17 mai. 2015.

ARAÚJO, Adriana de et al. **Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto:** sensor galvânico. Revista Téchne. Edição 194. Maio /2013. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/194/artigo294083-1.aspx >. Acesso em: 19 abr. 2015.

ARAÚJO, Adriana de et al. **Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto:** sensor de umidade, de taxa de corrosão e de fibra ótica. Revista Téchne. Edição 195. Junho /2013. Disponível em: < http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/195/monitoramento-da-corrosao-em-estruturas-de-concreto-sensor-de-umidade-294053-1.aspx >. Acesso em : 19 abr. 2015.

BRITO, Nelson Emílio Dias et al; **Estudo de Caso de uma Estrutura de Carbonatação:** Análise da velocidade de corrosão das armaduras usando o GECOR 6. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT\_00197.pdf> . Acesso em 05 mar. 2015.

DE OLIVEIRA ANDRADE, Jairo José. **Contribuição à previsão da vida útil das estruturas de concreto armado atacadas pela corrosão de armaduras: iniciação por cloretos**. 2001. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: < http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2613/000323380. pdf?sequence=1>. Acesso em: 08 mai. 2015.

FEIJÃO, Carlos Henrique Linhares. **Contribuição ao estudo de Uso de Sensores de Corrosão para Estruturas de Concreto Armado**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2000, 182 pag. Disponível em: < http://www.estruturas.unb.br/images/stories/media/documentos/teses\_e\_dissertacoes/outras/Msc\_65.pdf> . Acesso em: 08 mai. 2015.

FERNANDES FILHO, Rivaldo; DE BRITO FILHO, João Pereira. **Detecção de Corrosão em Estruturas de Concreto Armado usando Sensoriamento Remoto.** Disponível em: <http://www.abcm.org.br/anais/conem/2002/trabalhos/tema17/CPB0637.PDF>. Acesso em 02 abr. 2015.

**Química tecnológica**. HILSDORF, Jorge Wilson; et .al. Pioneira Thomson Learning, 2004.

1. Paper apresentado à Disciplina Química Tecnológica do Curso de Engenharia Civil da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB. [↑](#footnote-ref-1)
2. Aluna do 3º Período do Curso de Engenharia Civil da UNDB. [↑](#footnote-ref-2)
3. Professora da Disciplina Química Tecnológica da UNDB. [↑](#footnote-ref-3)