



## **Análise e monitoramento de processos erosivos no âmbito de usinas eólicas: estudo de caso no litoral e agreste do nordeste brasileiro<sup>(1)</sup>.**

**Henrique Clementino de Souza<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Professor universitário; Faculdade Estácio de Natal; Natal, Rio Grande do Norte; hcsr@ yahoo.com.br

**RESUMO:** Este artigo tece considerações acerca das atividades desenvolvidas no âmbito da execução de um plano de controle e monitoramento de processos erosivos em usinas eólicas localizadas no agreste potiguar e no litoral cearense. O objetivo principal vincula-se a execução de operações que visem excluir e/ou mitigar ações causadas pela atuação negativa promovida pelos processos erosivos no inteiro das usinas eólicas e, recuperar o equilíbrio ambiental que tenha sido comprometido. A metodologia de campo baseia-se fundamentalmente em vistorias de campo com intuito de registrar os processos erosivos e, proceder a observância de técnicas que promovam a prevenção e/ou correção dos processos erosivos como instrumento de preservação e conservação ambiental. Nas atividades executadas observa-se que as obras civis relacionadas a implantação de parques eólicos devem observar atentamente a premissas ambientais com vistas a atenuar os impactos ambientais decorrentes das atividades de implantação dos parques eólicos para minimizar os impactos ambientais gerados ou que venham a ser gerados.

**Termos de indexação:** plano de controle e monitoramento, conservação do solo, parques eólicos.

### **INTRODUÇÃO**

O cenário do uso das energias renováveis na atualidade é um cenário irreversível e, se desnuda com vistas a contemplar o atendimento a uma nova matriz energética que ora se configura em função de atender a novas demandas sociais e econômicas. Neste aspecto as alterações ambientais trazem em seu bojo modificações em compartimentos ambientais que devem ser alvos de especial atenção, dentre eles, destacam-se os solos que respondem pela base de operação do setor eólico.

A organização das sociedades civilizadas baseia-se nas medidas tomadas para controlar a natureza, enquanto isso não se realizar totalmente, é impossível lidar com a terra, em caráter estável. Quaisquer que sejam as razões é um fato

indubitável que a erosão é um dos problemas mais prementes da humanidade.

Portanto, os objetivos deste trabalho ora exposto versam sobre a observância da execução de operações que visam excluir e/ou mitigar ações causadas pela atuação negativa promovida pelos processos erosivos no intere dos parques eólicos e, analisar os resultados obtidos com o monitoramento, controle e análise das principais formas de processos erosivos atuantes em dois complexos eólicos situados no nordeste brasileiro.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Adotou-se o levantamento exploratório de campo com vistas a subsidiar a observação e análise das ocorrências de processos erosivos que afetem direta e/ou indiretamente as estruturas e vias de acesso que transpassam os parques eólicos. Dentre os locais adotados para as vistorias de campo destacam-se as áreas correspondentes às vias de acessos internas aos parques eólicos, cortes de taludes, áreas do entorno das bases dos aerogeradores e, quaisquer outros locais susceptíveis a ocorrência de processos erosivos.

A partir dos trabalhos de campo se realizam a identificação de taludes com formação de possíveis erosões laminares, sulcos, ravinas e voçorocas; avaliação dos corpos estradais já implantados; avaliação das bases dos aerogeradores implantados; verificação das condições de funcionalidade dos sistemas de drenagem instalados; e observação de áreas susceptíveis a ocorrência de processos erosivos.

Em campo, procede-se a efetiva localização de processos erosivos a partir de observação visual no âmbito dos parques eólicos. Procedida tal observação, toma-se o registro de coordenadas *Universal Transversal Mercator* (UTM) através de uso de aparelho GPS para cada ponto onde haja detecção de processo erosivo. Neste mesmo ponto procede-se a obtenção de fotografias com uso de máquina fotográfica digital para evidenciar o trabalho realizado, assim como a realização de medições (comprimento, altura e profundidade) dos processos erosivos ocorrentes através de uso de trena circular portátil.

Diante das informações observadas e coletadas procede-se o preenchimento da ficha de registro de



campo, a qual registra todas as informações inerentes ao monitoramento de processos erosivos, tais como: caracterização do processo erosivo ocorrente, relevo da área analisada, cobertura vegetal presente, textura sedimentar, elenco das causas e fatores principais ligadas ao processo erosivo, criticidade do processo erosivo e registro fotográfico. Com as informações devidamente obtidas e registradas, procede-se o início dos trabalhos de gabinete que consistem na elaboração de mapas com a locação dos processos erosivos encontrados e, por fim na elaboração de Relatórios conclusivos que tratam das medidas mitigadoras e/ou de exclusão dos processos erosivos ocorrentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro complexo eólico analisado localiza-se entre os municípios de João Câmara e Parazinho, Estado do Rio Grande do Norte, distante 75 km da capital do Estado, Natal. Já o segundo complexo eólico está inserido no município de Trairí, Estado do Ceará, distante 124 km, aproximadamente, da capital do Estado, Fortaleza (**Figura 1**).

A primeira área, correspondente ao complexo eólico do Agreste do Rio Grande do Norte, tem como característica a presença de diversas unidades geológicas, dentre as quais destacam-se a Formação Jandaíra, a Formação Açu, o Grupo Barreiras, o Complexo João Câmara e a Suíte Intrusiva Itaporanga. Quanto às feições geomorfológicas, a área é representada pela Depressão Sertaneja, com formas tabulares e convexas, e por Tabuleiros, com superfície pediplanada e formas tabulares. Outros dois fatores preponderantes, no que se refere a formação de processos erosivos, bem como o entendimento de sua atuação e monitoramento, versa sobre as condições climáticas e pluviométricas regionais. A área estudada configura-se como uma zona de transição entre o Litoral e o Agreste Norte-riograndense apresentando, portanto, duas classificações climáticas: Clima Tropical Sub-úmido seco e o Semi-árido.

Em se tratando da segunda área, encontra-se localizada no litoral Cearense, configurada pela grande dinâmica geoambiental, tendo com arcabouço geológico as seguintes unidades: Grupo Barreiras, Complexo Canindé do Ceará e Complexo granítico-migmatítico Tamboril-Santa Quitéria. Já no que concerne aos aspectos geomorfológicos, a área apresenta depósitos litorâneos do Quaternário, com a presença de campos dunares, planícies de deflação, restingas, eolianitos, dentre outras. No que tange as condições climáticas dessa área a

região em questão é regida pelo clima Tropical Quente Semi-Árido Brando, com índices pluviométricos moderados.

Os trabalhos executados objetivam a prospecção de áreas onde estão sendo ou encontram-se implantados parques eólicos com intuito de verificar-se aspectos concernentes à ocorrência de processos erosivos e suas repercussões interativas de caráter negativo ou não sobre as estruturas edificadas no âmbito dos parques eólicos instalados nas regiões litorânea e agreste, dos estados Ceará e Rio Grande do Norte, respectivamente.

O que verifica-se em campo em sua amplitude é que há uma grande variabilidade quanto aos relevos encontrados que compreende desde relevos planos a fortemente ondulados, assim como há grande diferenciação pedológica com a ocorrência de solos coesos e incoesos e, de incipiente a forte movimentação de partículas sedimentares. Quando da ocorrência de incipiente transporte sedimentar evidencia-se, principalmente, pelo preponderante e importante papel exercido pela cobertura vegetal que fixa a estrutura do solo não permitindo maiores mobilizações sedimentares e, conseqüentemente, deixando as parcelas de solo devidamente protegidas contra a ocorrência de processos erosivos de origem eólica e/ou pluvial, especificamente, mais atuante esta última forma de erosão. No tocante a solos desnudos, a ocorrência de processos erosivos se faz presente devido a exposição do solo aos agentes exógenos e a ausência de cobertura vegetal, a qual conforme anteriormente exposto confere a proteção necessária para que o processo erosivo não surja.

Nas áreas destacadas nesta pesquisa verifica-se que dentre os fatores que nos levam a caracterizar processos erosivos podemos destacar: ausência de dispositivos de drenagem de águas pluviais, pisoteio de gado, existência de taludes desnudos, alterações de ordem antropogênica, rompimento ou insuficiência de sistema de drenagem de águas pluviais e ausência de cobertura vegetal. Dentre as atividades desenvolvidas no âmbito do plano de controle e monitoramento de processos erosivos se faz importante à investigação quanto a susceptibilidade erosiva do solo, a qual é observada em função da existência ou não de estoques de cobertura vegetal ou quaisquer outras formas de proteção do solo que conferem a este uma situação de proteção/conservação estrutural/textural.

A área correspondente ao Agreste Potiguar tem como principal agente intempérico a água, que acarreta em processos erosivos de origem pluvial. Associado a este fator natural, notou-se que a área do complexo eólico possui uma variação



topográfica discreta, porém nos locais onde as cotas altimétricas passaram de 90 metros, o índice de erosão foi superior aos locais com relevo menos acidentado ou escarpado. Os principais resultados decorrentes da erosão verificados neste local são, normalmente, a formação dos sulcos e dos ravinamentos (**Figura 2**) associados ao forte escoamento laminar, advindo da precipitação e da diferença do gradiente topográfico.

Conforme Bertoni (2005), para controlar a erosão, é preciso deter não só o escoamento da enxurrada (lixiviação) que transporta as partículas de solo como também, e principalmente, o efeito da dispersão dos agregados do solo, eliminando o desprendimento das partículas causadas pelas gotas de chuva.

De acordo com Guerra et. al. (2007), a perda de solo por erosão depende do potencial da chuva para erodir, definido pela erosividade da chuva; e da suscetibilidade do solo à erosão, definida pela erodibilidade do solo.

A área correspondente ao Litoral Cearense tem como principal agente intempérico os ventos, que acarretam processos erosivos de natureza eólica. Associado a atuação deste fator natural, verifica-se que a área do complexo eólico possui uma variação topográfica expressiva associada a significativas parcelas de solos expostos (**Figura 3**). Os principais resultados decorrentes da erosão eólica verificados em nível local dizem respeito a mobilização sedimentar arenosa que acarreta a migração de sedimentos sobrepondo as áreas das plataformas, assim como das vias de acesso aos aerogeradores.

Segundo White (2009), todas as técnicas utilizadas para aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças do processo erosivo denominam-se práticas conservacionistas. Estas podem ser divididas em vegetativas, edáficas e mecânicas. Dentre as práticas adotadas no segmento do controle e monitoramento de processos erosivos a prática vegetativa é mais concebível e exequível para sanar os problemas oriundos da ocorrência de processos erosivos.

A erosão associada a **Figura 3**, está presente em grande parte dos locais do complexo eólico em questão devido à diferença topográfica e, as significativas parcelas de solo desnudo, mas associado a esse fator verifica-se, também, que a forma dos acessos e a estabilização dos taludes são fatores que contribuem para o incremento sedimentar, pois se os acessos não apresentam um bom isolamento e abaulamento de suas vias, os taludes internos dos parques eólicos não comportam o suprimento excessivo de sedimentos que ora se depositam, os quais são provenientes

das áreas de dunas adjacentes que sofreram com a erosão eólica.

## CONCLUSÕES

Os processos erosivos conforme mencionados ao longo deste artigo ocorrem em caráter natural, contudo por vezes, é acentuado pelo exercício das atividades humanas que promovem alterações ambientais com vistas a atender as suas demandas construtivas e, de respectivo uso e ocupação do solo.

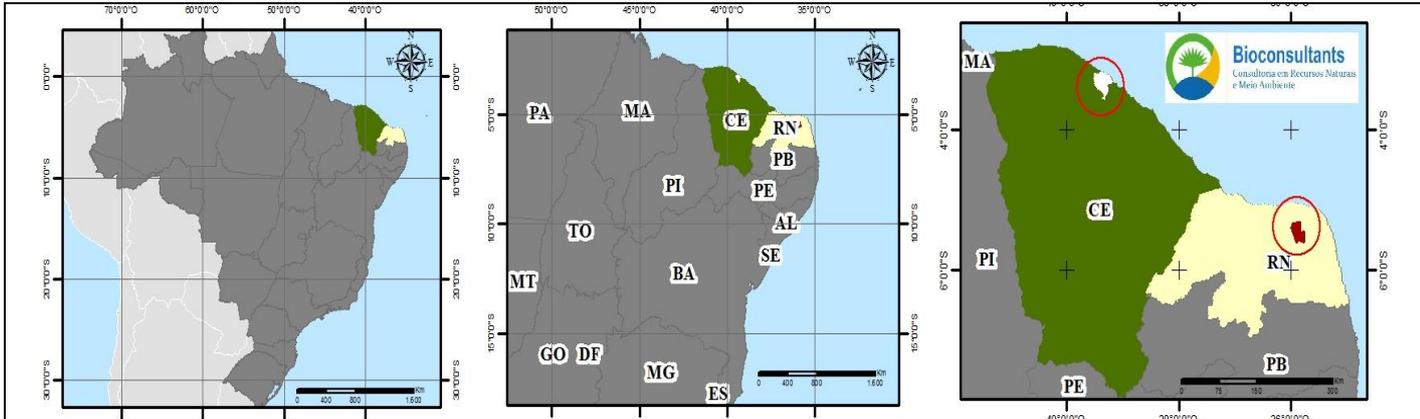
No âmbito das usinas eólicas nas regiões agreste do Rio Grande do Norte e do litoral do Ceará, tal situação não é obstante, pois as demandas de implantação de parques eólicos requerem o uso do solo como fator condicionador para implantação das referidas estruturas, trazendo consigo alterações na estrutura física do solo, acarretando, principalmente, a ocorrência e/ou acentuação de processos erosivos.

A consecução de planos de controle e monitoramento de processos erosivos se faz como de suma relevância em termos de colaboração com a manutenção do equilíbrio ambiental e físico-territorial. Na execução do referido plano impende ressaltar a adoção de medidas mitigadoras que contemplem a conservação dos solos.

Na execução do plano citado deve-se proceder o acompanhamento sistêmico em toda as áreas mencionadas acima, haja vista que estas sofrem constante alterações no regime hídrico causado pela escassez de chuvas da região, assim como sofrem com a grande dinamicidade decorrente da atuação eólica vigente nas regiões.

## REFERÊNCIAS

- BERTONI, J. Conservação do solo. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- WHITE, R. E. Princípios e práticas da ciência do solo: o solo como um recurso natural. 4. ed. São Paulo: Andrei, 2009.



**Figura 1** – Localização dos complexos eólicos analisados no Agreste do Rio Grande do Norte (RN) e Litoral Cearense (CE), da direita para a esquerda, respectivamente.



**Figura 2** – Processo acelerado de ravinamento decorrente de escoamento laminar, associado a diferença do gradiente topográfico em relação a via de acesso interna da usina eólica.



**Figura 3** – Contenção lateral a via de acesso interna do parque eólico com uso de palhas de coqueiros para evitar/minimizar a erosão eólica.