

RISCO ELÉTRICO EM PARQUES EÓLICOS

– A PROPÓSITO DE UM ACIDENTE DE TRABALHO

ELECTRICAL RISK IN WIND FARMS

– REGARDING A WORK ACCIDENT

Maria Garcia¹, Sérgio Miguel², Ana Cunha³, Rui Carrapato⁴, Márcio Oliveira⁵

¹ Serviço de Saúde Ocupacional, Hospital Garcia de Orta; mafonso.garcia@gmail.com; ORCID 0000-0001-6005-6848

² Serviço de Saúde Ocupacional, Hospital Garcia de Orta; sergio.miguel@hgo.min-saude.pt

³ Serviço de Saúde Ocupacional, Hospital Garcia de Orta; ana.mateus.cunha@hgo.min-saude.pt

⁴ Serviço de Saúde Ocupacional, Vestas; ruisa@vestas.com

⁵ Serviço de Saúde Ocupacional, Vestas; mcodi@vestas.com; ORCID 0000-0001-5649-0377

Abstract

Introduction: The search for sustainable energy sources has led to the development of the wind energy sector. With this, new and greater risks appeared for workers in the sector. **Materials and Methods:** Case report of a work accident based on the interview with the worker, clinical records, and work accident report. **Case report:** Wind turbine technician, 41 years old, suffers a work accident while replacing damaged fuses in the electrical cabinet, due to involuntary resetting of the circuit breaker. The electrical arc caused an explosion, resulting in burns to the worker's hands and face. The burns evolved favorably, consolidating into scars. Meanwhile, the victim began to suffer from event-related anxiety. He returned to work with temporary partial disability of 50% and was gradually reinstated. **Discussion and conclusions:** There are more accidents at work during the operation of wind turbines, but their severity is greater during their construction and maintenance. Some accidents involving the electrical system of wind turbines are described, some potentially lethal. These accidents demonstrate the need to establish organizational measures for a safety culture, including worker training. Occupational Medicine is essential in these cases to carry out the clinical follow-up of the victims and help in their reintegration.

Keywords: Wind Turbine, Electrical System, Danger, Injured, Burns

Introdução

O setor de exploração da energia eólica tem crescido, apresentando-se cada vez mais como alternativa para obtenção de energia sustentável (European Agency for Safety and Health at Work, 2015; Karanikas et al., 2021). Em 2012 representava 11,4% da capacidade energética da União Europeia e 26,5% de toda a nova capacidade energética na União Europeia (European Agency for Safety and Health at Work, 2015). O desenvolvimento de novas tecnologias e a introdução de novos materiais neste setor, mais complexos e de maiores dimensões, permitiu este crescimento, mas, por outro lado, expõe os trabalhadores a mais riscos e a riscos específicos do setor (Karanikas et al., 2021).

Estão identificados vários fatores de risco na realização de atividades neste setor, desde a produção dos componentes dos aerogeradores, passando pelo seu transporte, pelo transporte dos trabalhadores, pela sua construção, ou pela operação e manutenção; muitos destes são semelhantes aos encontrados na indústria automóvel e aeroespacial (European Agency for Safety and Health at Work, 2015; Miguel, 2014). No setor da produção, entre outros, existe a mobilização de cargas, risco elétrico, ruído, e sobretudo o risco químico, com a exposição a resinas epoxy, estireno, plástico reforçado com vidro, e fumos derivados da soldagem (European Agency for Safety and Health at Work, 2015; Karanikas et al., 2021; Occupational Safety and Health Administration, 2023a). No processo de transporte de componentes, o principal risco associado é o de queda dos mesmos do veículo de transporte (transporte terrestre) (European Agency for Safety and Health at Work, 2015). Durante a construção de aerogeradores, a etapa mais perigosa no ciclo de vida do aerogerador, o trabalho em altura, o levantamento e mobilização de cargas pesadas, trabalho em espaços confinados, movimentos repetitivos, curtos-circuitos, fenómenos eletrostáticos, incêndios e explosões, condições climáticas extremas, ruído, vibração, e fatores organizacionais, constituem os principais riscos (European

Agency for Safety and Health at Work, 2015; Karanikas et al., 2021; Miguel, 2014; Occupational Safety and Health Administration, 2023a). Durante a operação e manutenção, fatores de risco semelhantes aos da fase de construção são encontrados neste setor, sendo particularmente importante a localização de difícil acesso, o trabalho em altura, em espaços confinados, condições meteorológicas extremas (como o vento, as temperaturas extremas, e relâmpagos), exposição a bolores e outros agentes biológicos, ou vapores, e o risco elétrico (European Agency for Safety and Health at Work, 2015; Miguel, 2014).

Entre os perigos referidos destaca-se a exposição a risco elétrico, que pode levar a arco elétrico (com risco de queimaduras por arco ou explosão) ou a electrocução (Miguel, 2014; Occupational Safety and Health Administration, 2023a). Está documentado que a probabilidade destes eventos aumenta significativamente caso a turbina seja acidentalmente ligada durante os trabalhos de manutenção (Miguel, 2014; Occupational Safety and Health Administration, 2023a). Outros fatores que podem contribuir para aumentar o risco elétrico são defeitos de equipamento que resultem em aquecimentos anormais e produção de faíscas, ligações em mau estado, defeitos de isolamento ou outros (Miguel, 2014; Occupational Safety and Health Administration, 2023a). Neste contexto, como descrito na literatura, os acidentes de trabalho podem ser também potenciados pelas condições ambientais externas, mobilização de cargas, posturas inadequadas devido aos espaços confinados ou durante a subida e descida das escadas verticais da torre eólica (European Agency for Safety and Health at Work, 2015; Miguel, 2014).

A frota existente de aerogeradores é relativamente nova e os fabricantes tendem a não divulgar dados de mau funcionamento (European Agency for Safety and Health at Work, 2015). Além disso, existem poucos relatos na literatura sobre o risco de electrocução no trabalho de manutenção de equipamentos elétricos (European Agency for Safety and Health at Work, 2015). A combinação destes riscos em conjunto com a inexperiência dos trabalhadores torna possível que estes nem sempre sejam abordados e geridos da melhor forma (European Agency for Safety and Health at Work, 2015; Miguel, 2014). Assim, torna-se importante reconhecer os riscos existentes neste setor e apostar na prevenção primária e secundária. Nesse sentido, é de seguida relatado um acidente de trabalho ocorrido neste setor, que põe em evidência alguns dos perigos existentes no setor eólico.

Materiais e Métodos

O presente relato de caso de acidente de trabalho foi baseado na entrevista ao sinistrado, e na análise detalhada dos registos clínicos a ele relativos, quer do Serviço de Saúde Ocupacional da empresa quer da Companhia Seguradora que acompanhou o acidente, tal como no relatório de acidente de trabalho elaborado pelo Departamento de Higiene e Segurança da empresa. Dados adicionais, como os relativos ao descritivo de funções do trabalhador, foram também fornecidos pelo Departamento de Higiene e Segurança da empresa.

Relato de Caso

Técnico de aerogeradores do sexo masculino, 41 anos, com antecedentes pessoais e cirúrgicos irrelevantes, apresenta funções de manutenção, reparação e montagem de aerogeradores de eólicas (quer na base, quer no topo), com necessidade de utilização de ferramentas e execução de tarefas com aplicação de força manual. História profissional de funções como técnico de manutenção desde 2003, e início de funções no sector eólico, e na empresa, desde março de 2008.

Acidente de trabalho a 17 de fevereiro de 2021, durante a execução de um dos seus trabalhos habituais de manutenção e reparação, por paragem do aerogerador e identificação de falha de corrente na unidade de controlo central (CCU). O técnico deslocou-se à turbina e analisou a avaria, identificando a causa raiz da mesma, fusíveis danificados no armário elétrico. Para a realização do trabalho foram desligadas as fontes de alimentação e preparado o material necessário para uma intervenção de substituição de fusíveis no sistema conversor, no armário inferior da torre de turbina. Todo o isolamento necessário para realizar o trabalho no armário elétrico foi feito (Figura 1). No entanto, durante a substituição dos fusíveis, já nos passos finais de aperto dos mesmos, após cerca de 1 hora e 30 minutos de trabalho, houve uma súbita presença de energia no local de trabalho, devido a um rearme involuntário do disjuntor. Nesse momento, a mão esquerda do técnico

estava com a ferramenta a apertar o parafuso, estando o suporte L1 a tocar no suporte L3, que também estava a tocar na mão com a ferramenta, ocorrendo um arco elétrico (Figura 2). A explosão resultante queimou as mãos e rosto do técnico.

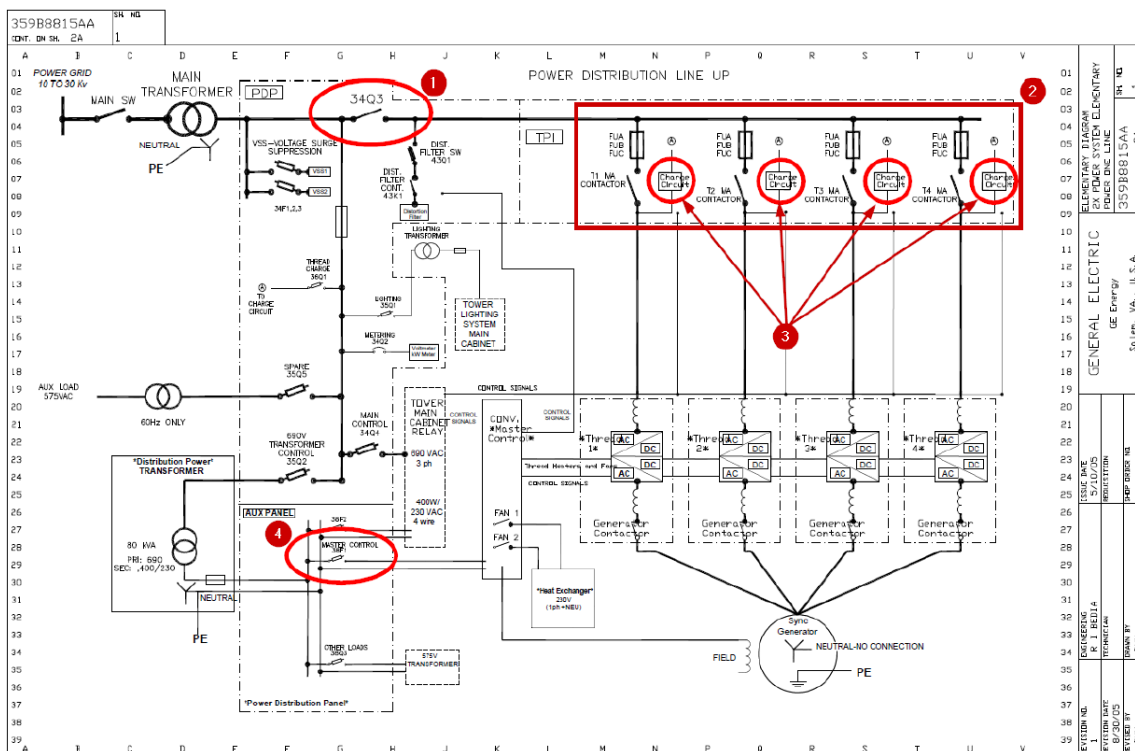


Figura 1. Procedimentos de segurança que foram efetuados para a realização do trabalho de reparação de substituição de fusíveis na torre eólica.
 Legenda: 1. Desligado o disjuntor 34Q3; 2. Área de Trabalho; 3. Desligado o CCA 1, 2,3 e 4; 4. Desligado o 38F1.

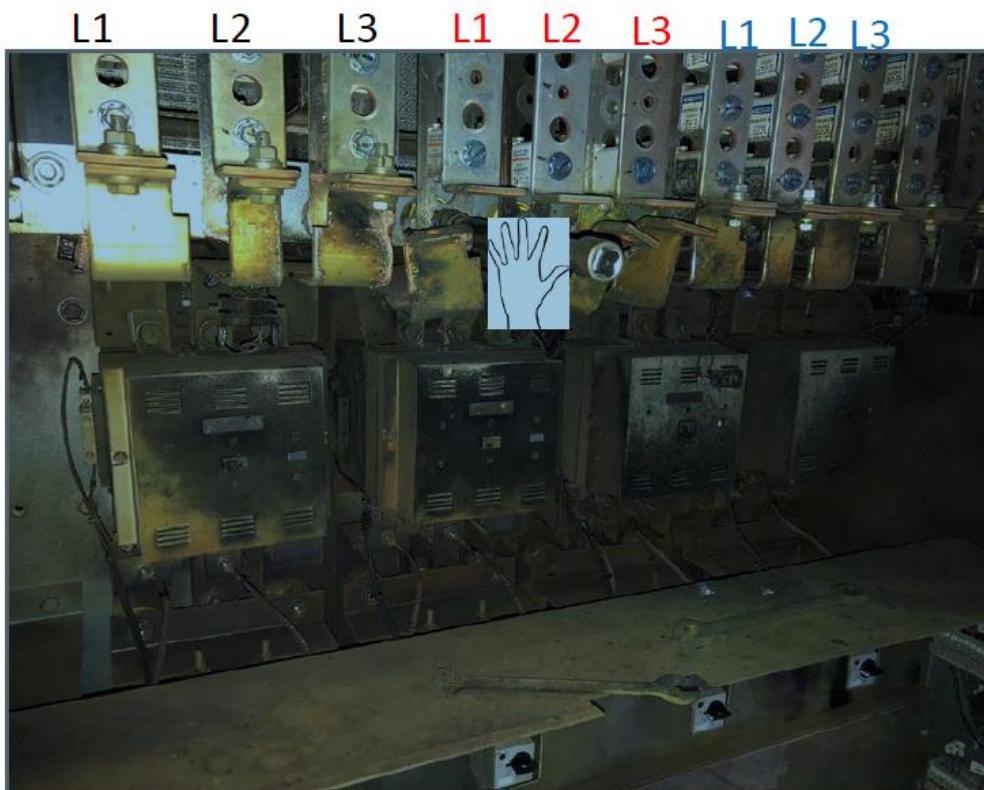


Figura 2. Local do acidente de trabalho. Localização da mão do técnico aquando do momento de presença súbita de energia no local.

O sinistrado e o colega que o acompanhava na realização do trabalho de reparação deslocaram-se ao Serviço de Urgência Hospitalar para observação, com o mesmo a apresentar queimaduras de 2º e 3º graus na orelha esquerda, pescoço, mandíbula e mãos bilateralmente. Foi submetido a desbridamento das mãos com internamento em Unidade de Queimados do Hospital durante 4 dias. Com seguimento e alta de consulta de Oftalmologia. As queimaduras evoluíram favoravelmente, para a cura na região facial e pescoço, mas com lesões cicatriciais na região dorsal das mãos bilateralmente, com zonas friáveis, assim como hipoestesia da região cárpica dorsal da mão esquerda, estando a mobilidade mantida e preservada.

Não obstante a boa evolução das lesões físicas, o sinistrado iniciou quadro de humor deprimido, insónias, sonhos vívidos, e cefaleias de tensão poucos dias após o acidente, tendo iniciado em março de 2021 avaliação em contexto de consulta externa de Psicologia e Psiquiatria, medicado e com sessões de psicoterapia regulares até alta pelos serviços clínicos da seguradora.

Esteve em situação de incapacidade temporária absoluta para o trabalho até 30 de janeiro de 2022, altura em que retomou o trabalho, com incapacidade temporária parcial de 50%. Por apresentar ainda alterações de humor, do padrão de sono, e sentimentos de culpa e medo de retorno às funções habituais, com re-experienciação e atividade onírica, foi condicionado pelo Serviço de Saúde Ocupacional para realização de funções administrativas e de supervisão de equipas. Igualmente, foi solicitado aumento da periodicidade de avaliação em consulta de Psicologia.

Com boa adaptação ao posto de trabalho com funções apenas de supervisão e apoio, evitando funções sem possibilidade de gestão de esforço e pausa regulares. Gradualmente, foi exposto ao trabalho em aerogeradores, permitindo a reintegração com sucesso e promovendo a adaptação ao contexto e às funções laborais e o reprocessamento de alguns elementos da situação traumática vivenciada.

Em seguimento em contexto de consulta de Psicologia e Psiquiatria até março de 2023. Atualmente a aguardar processo de atribuição de Incapacidade Permanente Parcial.

Pela gravidade do acidente em causa, foi feita uma investigação da causa raiz do mesmo. Foram identificados os seguintes problemas:

1 – Instruções e procedimentos de trabalho não seguidos: a instrução de bloqueio elétrico disponível para aquele tipo de trabalho não foi executada na sua totalidade, nomeadamente na aplicação do cadeado. Naquele caso específico ressalva-se, no entanto, que mesmo que tivesse sido colocado o cadeado, o acidente não se teria evitado.

Os técnicos tinham conhecimento da documentação e seguiam a maioria dos passos.

2 – Problema não previsto: a falha do disjuntor durante a tarefa de uma forma não intencional foi provavelmente a principal causa.

Deste modo, mesmo com a manutenção correta, o disjuntor não seria 100% fiável, devido à energia residual da mola que involuntariamente pode rearmar o disjuntor.

A empresa imediatamente adotou medidas corretivas e preventivas de futuros acidentes:

1 – Foram reforçados os papéis e responsabilidades de acordo com as instruções da empresa;

2 – Foi reforçada a mensagem para a importância de seguir as instruções;

3 – Foi reforçado junto da equipa a necessidade de utilizar instruções de trabalho e a respetiva instrução de bloqueio para todos os trabalhos;

4 - Implementar metodologia interna para que o técnico forneça evidências de total implementação de processo de LOTO (*Lock out/tag out*) de acordo com as instruções da empresa antes das tarefas;

5 - Desligar sempre o equipamento do interruptor (cela) para executar qualquer trabalho que necessite do desempenho do disjuntor;

6 - Estabelecer uma medida que garanta que a energia residual da mola é descarregada antes de iniciar os trabalhos.

7 - Enviar o disjuntor (34Q3) para o fabricante ou empresa competente para que seja aberto e analisado. Solicitar ao fornecedor um relatório de investigação dos motivos que possam ter levado ao seu rearme involuntário.

Além destas medidas, específicas do acidente em questão, a empresa tem uma política de prevenção de acidentes muito incisiva, notificando por email todos os colaboradores acerca de cada acidente/incidente de trabalho ocorrido, e as medidas preventivas e corretivas que foram aplicadas. Assim, são prevenidos acidentes semelhantes no futuro.

Discussão

Apesar de serem desenhados com foco na durabilidade, os aerogeradores necessitam de manutenção ao longo dos anos. Estima-se que essa manutenção corresponde, em média, a 40 horas por ano, por cada aerogerador (World Bank Group, 2015). Logicamente, este valor é diferente consoante os equipamentos em questão. Os equipamentos que têm maior probabilidade de avaria e que, conseqüentemente, necessitam de maior manutenção, são o sistema elétrico, seguido do rotor, conversor, gerador, hidráulicos e caixa de velocidades (Spinato et al., 2009).

De acordo com uma análise realizada aos acidentes de trabalho relacionados com aerogeradores reportados durante a última década, os acidentes de trabalho no Brasil, China e Índia estão associados a maior mortalidade e incapacidade, com cerca de 43%, 38% e 14% dos acidentes a serem mortais, respetivamente. Estes dados contrastam com os de países como a Austrália, França e Dinamarca, em que os acidentes resultaram, no máximo, em 20% de incapacidade, sem casos fatais (Ertek & Kailas, 2021). Contudo, estes dados podem estar enviesados devido ao reporte de casos insuficiente.

É também interessante verificar que, apesar de maior parte dos acidentes ocorrer durante o funcionamento dos aerogeradores, é na sua construção e manutenção que existe maior gravidade, com mortalidade em 19% e incapacidade em 30% dos acidentes que ocorreram durante a manutenção (Ertek & Kailas, 2021).

Existem poucos acidentes de trabalho com envolvimento do sistema elétrico relatados na literatura (European Agency for Safety and Health at Work, 2013). Ainda assim, há alguns casos reportados que merecem uma análise mais atenta:

- Em 2010, ocorreu um acidente de trabalho causado por arco elétrico, do qual resultaram queimaduras de terceiro grau no pescoço, tórax e braços e queimaduras de segundo grau na face. Este acidente ocorreu durante a manutenção de um aerogerador, sendo que houve um rearme do disjuntor por outro trabalhador, contrariamente ao que aconteceu no caso que relatamos (Thorne & Derrick International, 2022);

- Está também reportado um acidente durante a substituição de um disjuntor de uma turbina, em que o trabalhador não testou se o circuito elétrico tinha sido efetivamente desligado após rodar um interruptor rotativo para o efeito. Por falha, o interruptor foi rodado para o lado errado, pelo que o circuito elétrico se manteve ativo e houve um arco elétrico do qual resultaram queimaduras graves na face e braços do trabalhador (Occupational Safety and Health Administration, 2023b).

Os relatos de caso de acidente de trabalho têm, assim, muita relevância científica, pois sinalizam situações de risco nos locais de trabalho potencialmente preveníveis, e demonstram a necessidade de formar os trabalhadores quanto à adoção de medidas de segurança, bem como de se estabelecerem medidas organizacionais que fomentem uma cultura de segurança. Nestes casos em particular, envolvendo o risco elétrico, é importante definir procedimentos de dupla verificação dos equipamentos, que não são totalmente fiáveis. Idealmente, devem ser estabelecidos programas de manutenção preventivos aos equipamentos com menor durabilidade e menor fiabilidade, para evitar que avariem e sejam reparados em contexto de maior pressão.

Além de sinalizarem situações de risco, estes relatos de caso põem em evidência a necessidade de realização de análises sistemáticas de acidentes de trabalho envolvendo o risco elétrico, uma vez que estes acidentes, pouco reportados, podem ser muito graves/potencialmente fatais, merecendo ser caracterizados com metodologias adequadas.

Conclusões

Os parques eólicos são locais onde o risco para os trabalhadores é muito significativo, e onde muitos dos riscos identificados podem ser potencialmente letais, ou geradores de sequelas irreversíveis para os trabalhadores. Assim, é fundamental a existência de normas de segurança atualizadas e revistas com frequência, assim como a formação dos técnicos deve ser feita regularmente. De igual modo, é fundamental verificar a segurança de todos os equipamentos utilizados nos parques eólicos. Sempre que haja um acidente, especialmente se o mesmo for grave, todos os trabalhadores devem ter conhecimento do mesmo, e das medidas corretivas a tomar, para no futuro acidentes semelhantes serem evitados. É necessário fomentar o reporte de acidentes de trabalho envolvendo risco elétrico, e será pertinente a realização de uma análise/caracterização dos mesmos usando metodologias adequadas.

Caso não seja possível evitar a ocorrência de um acidente de trabalho, e independentemente da sua gravidade, é fundamental a atuação da Medicina do Trabalho, para fazer o acompanhamento clínico do sinistrado, em parceria com os serviços clínicos da companhia seguradora, de modo a assegurar a sua melhoria clínica máxima. No contexto desta indústria em específico, após um acidente de trabalho com risco potencial elevado, será conveniente avaliação clínica no âmbito da saúde mental, como forma de despistar possíveis alterações com necessidade de acompanhamento específico. De igual modo, o médico do trabalho poderá muitas vezes ter de recorrer à adaptação das funções do sinistrado, temporária ou permanentemente, permitindo a sua reintegração de forma gradual, mas efetiva, ou mesmo proceder à sua reconversão profissional, caso as sequelas do acidente sejam incompatíveis com as suas funções prévias. Apenas deste modo é garantida a proteção do trabalhador, a sua otimização laboral, evitando-se o absentismo e a perda de qualidade de vida, e o melhor funcionamento da empresa, com ganhos a vários níveis.

Agradecimentos

Agradecemos a todos os profissionais do Serviço de Saúde Ocupacional e do Departamento de Higiene e Segurança da Empresa em questão, por permitirem a realização deste artigo.

Referências

- Ertek, G., & Kailas, L. (2021). Analyzing a decade of wind turbine accident news with topic modeling. *Sustainability*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/su132212757>
- European Agency for Safety and Health at Work. (2015). *Occupational safety and health in the wind energy sector - European Risk Observatory: report*. Publications Office. <https://doi.org/10.2802/86555>
- Karanikas, N., Steele, S., Bruschi, K., Robertson, C., Kass, J., Popovich, A., & MacFadyen, C. (2021). Occupational health hazards and risks in the wind industry. *Energy Reports*, 7, 3750–3759. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.06.066>
- Miguel, A. M. (2014). *Operação e Manutenção de um Parque Eólico: Análise de Riscos* [Pós-Graduação, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias]. [https://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/Publicacoes/ProjetosApoiados/2012/Documents/Ângela Miguel.pdf](https://www.act.gov.pt/(pt-PT)/Publicacoes/ProjetosApoiados/2012/Documents/Ângela%20Miguel.pdf)
- Occupational Safety and Health Administration. (2023a). *Green Job Hazards: Wind Energy: Electrical*. United States Department of Labour. <https://www.osha.gov/green-jobs/wind-energy/electrical>
- Occupational Safety and Health Administration. (2023b). *Green Job Hazards: Wind Energy*. United States Department of Labor. <https://www.osha.gov/green-jobs/wind-energy>
- Spinato, F., Tavner, P. J., Van Bussel, G. J. W., & Koutoulakos, E. (2009). Reliability of wind turbine subassemblies. *IET Renewable Power Generation*, 3(4), 387–401. <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2008.0060>
- Thorne & Derrick International. (2022, April 19). *Arc Flash Risk In Wind Turbine Renewables?* <https://www.powerandcables.com/arc-flash-risk-in-wind-turbine-renewables/>
- World Bank Group. (2015). *Environmental, health, and safety guidelines for wind energy*. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/publications/publications_policy_ehs-wind_energy