



SST E APLICAÇÕES DE ENERGIA SOLAR DE PEQUENA DIMENSÃO

1. Introdução

As instalações de energia solar domésticas e de pequena dimensão são amplamente utilizadas, mas os aspetos relacionados com a segurança e saúde no trabalho (SST) que lhes estão associados não têm merecido, até à data, a devida atenção. Muitos grupos diferentes de trabalhadores em diversos tipos de locais de trabalho e de setores estão envolvidos nesses sistemas, desde o seu fabrico, transporte e manutenção até ao seu desmantelamento e reciclagem. Importa, pois, que, aquando da conceção e planeamento dessas aplicações, a SST seja tomada em devida consideração a fim de evitar que posteriormente, em dado momento do seu ciclo de vida, ocorram riscos para os trabalhadores. O presente «e-fact» (artigo publicado em linha) visa aumentar o nível de sensibilização para os fatores de risco e os aspetos da SST associados às instalações de energia solar domésticas e de pequena dimensão ao longo do seu ciclo de vida.



Autor: David Tijero Osorio

1.1 Base tecnológica e aplicação de instalações de energia solar de pequena dimensão

Há dois tipos de tecnologias que utilizam a energia solar: a solar fotovoltaica e a solar termoeletrica. Nenhuma destas tecnologias emite gases com efeito de estufa ou gases tóxicos, e ambas são apropriadas para aplicações de pequena dimensão. A energia solar concentrada é utilizada apenas para aplicações de grande dimensão.

Os sistemas fotovoltaicos são os mais comuns e utilizam células para converter a radiação solar em eletricidade. A luz solar cria um campo elétrico nas camadas de um material semicondutor, produzindo eletricidade de corrente contínua. Um inversor de corrente transforma a corrente contínua em corrente alternada. A conversão da radiação baseia-se num efeito físico e não pode ser desligada.

O material semicondutor habitualmente mais utilizado na produção de células fotovoltaicas é o silício. Os processos e materiais de fabrico são semelhantes aos que se utilizam na indústria da microeletrónica. Os mais avançados são as células de «película fina» que usam quantidades muito reduzidas de materiais semicondutores aplicados em camadas finas sobre superfícies de vidro, metal e plástico. Os materiais utilizados na tecnologia fotovoltaica incluem o silício cristalino (X-Si), o silício amorfo (a-Si), o telureto de cádmio (CdTe), o seleneto de cobre-índio (CIS) e o di-seleneto de cobre-índio-gálio (CIGS).

A maior parte das instalações fotovoltaicas de pequena dimensão estão ligadas ao sistema de alimentação elétrica. Os sistemas podem ser construídos sob a forma de instalações a aplicar nos telhados de casas, edifícios de apartamentos ou edifícios comerciais. Os materiais fotovoltaicos podem também ser integrados nos próprios edifícios (BIPV) ou seja, nas suas fachadas ou coberturas.

Os sistemas solares térmicos ou de aquecimento de água convertem a luz solar em calor. Neles se incluem os coletores de placa plana em que se utiliza uma mistura de água/glicol como fluido de transferência de calor. O calor é transportado para um tanque de armazenamento e pode ser utilizado para a produção de água quente ou para aquecimento. Ao contrário do sistema fotovoltaico, o sistema solar térmico não utiliza materiais tóxicos, explosivos ou potencialmente cancerígenos e não implica riscos elétricos.

1.2 Metas políticas

A União Europeia (UE) tem uma estratégia ambiciosa para a política climática e energética, que visa combater as alterações climáticas, aumentar a segurança energética e transformar a Europa numa economia hipocarbónica. A fim de impulsionar este processo, a Comissão Europeia fixou como metas para 2020 uma redução das emissões de CO₂ em pelo menos 20 % face aos níveis de 1990 e um aumento de 20 % da componente de energias renováveis de toda a energia primária consumida.

A energia solar desempenha um papel fundamental num cabaz energético sustentável na Europa, e a Comissão investe na sua promoção. No contexto do Plano Estratégico para as Tecnologias Energéticas (SET), foi estabelecida uma Iniciativa Industrial Europeia em Energia Solar com o objetivo de permitir que as tecnologias de energia solar sejam limpas, competitivas e sustentáveis e satisfaçam até 15 % da procura de energia elétrica europeia até 2020.

As tecnologias de energia solar requerem geralmente maior intensidade de mão-de-obra do que as tecnologias convencionais, nomeadamente as que se baseiam em combustíveis fósseis, pelo que o impulso da UE à energia solar induz uma mudança estrutural no emprego e cria um número considerável de postos de trabalho no setor da energia solar.

1.3 Papel e impacto da energia solar

O setor da energia solar registou um rápido crescimento nas últimas duas décadas e é provável que essa tendência continue a verificar-se. A redução dos custos dos sistemas de energia solar, aliada à disponibilidade de financiamento e investimento públicos, está a gerar uma elevada procura de instalações domésticas. O investimento substancial da Europa em energia solar reflete-se nos 320 000 trabalhadores afetos ao setor em 2011, um aumento de 86 % face a 2009 [1].

A capacidade de produção de energia elétrica solar fotovoltaica em todos os Estados-Membros atingiu os 26 gigawatts (GW) em 2010 e estima-se que venha a aumentar para 84 GW até 2020. Entre 2005 e 2010, a taxa média anual de crescimento da capacidade de produção de eletricidade solar era de 64 %. A previsão da taxa média anual de crescimento da energia térmica solar indica que esta registará um crescimento sustentado de 16 % durante o período de 2005 a 2020, embora continue a ter uma parcela consideravelmente inferior à da eletricidade solar [2].

O mercado europeu da energia solar está a abrandar nos países emblemáticos da UE, como são a Alemanha e a Espanha, principalmente devido à redução dos apoios governamentais. Em contrapartida, alguns mercados mais pequenos da Europa Central e Oriental estão a crescer rapidamente, como é o caso da Áustria, Bélgica, Ucrânia, Bulgária, República Checa e Roménia. Estes países oferecem cada vez mais incentivos, por exemplo, sob a forma de tarifas de aquisição a preço fixo e benefícios fiscais, o que poderá resultar numa difusão mais homogênea da energia solar em toda a UE num futuro próximo.

2. SST ao longo do ciclo de vida dos sistemas solares de pequena dimensão

O ciclo de vida das instalações solares de pequena dimensão inclui as seguintes fases: conceção e planeamento, fabrico, transporte, instalação, integração na infraestrutura, operação e manutenção, desmantelamento e, por fim, eliminação/reciclagem. Estas fases envolvem diversos grupos de trabalhadores em diversos tipos de locais de trabalho e de setores, por exemplo, mecânicos de maquinaria industrial, engenheiros eletrotécnicos, soldadores, metalúrgicos, eletricitas, instaladores de sistemas de energia solar, trabalhadores da construção, trabalhadores afetos à gestão de resíduos, etc. [3].

O exame dos aspetos relacionados com a SST em todas estas fases mostra que os principais perigos - substâncias perigosas, trabalho em altura, escorregadelas, tropeções e quedas, riscos de descarga elétrica e de incêndio - podem, portanto, afetar numerosos trabalhadores em numerosos locais de trabalho. Na conceção de um painel solar, importa, por conseguinte, ter em linha de conta a SST durante todo o ciclo de vida do sistema e conceber este de modo a minimizar os riscos em fases posteriores do respetivo ciclo de vida. Antes de colocar o produto no mercado, é igualmente necessário efetuar testes de desempenho em termos de SST a fim de assegurar que o produto cumpre normas aceitáveis nesse domínio.

A maioria dos perigos relacionados com sistemas solares de pequena dimensão são basicamente conhecidos noutras indústrias e podem ser geridos com base nos conhecimentos existentes em matéria de SST. No entanto, são também necessárias novas combinações de competências para enfrentar novos conjuntos de perigos e para lidar com novos produtos (por exemplo, as telhas fotovoltaicas - o que significa que as telhas passam a constituir uma fonte de perigo elétrico) e substâncias como os novos nanomateriais. As instalações solares destinadas à produção de água quente, por exemplo, exigem que os trabalhadores possuam as competências de um telhador, um canalizador e um eletricitista, bem como conhecimentos relacionados com o trabalho em altura.

A crescente procura de instalações solares domésticas de pequena dimensão é também suscetível de conduzir a um défice de competências que poderá ser difícil de colmatar rapidamente, o que, por sua vez, pode dar azo a que trabalhadores lidem com novas tecnologias ou tecnologias com as quais não estão familiarizados, sem que possuam a formação adequada e as competências necessárias para o efeito [4]. Além disso, a disponibilidade de financiamento público para promover tais instalações é suscetível de atrair novas empresas que podem carecer de experiência nessa área, e a corrida a essas subvenções, antes de elas serem eventualmente suprimidas, poderá desviar as atenções da SST.

Não existem atualmente dados fiáveis sobre acidentes de trabalho associados aos sistemas de energia solar. O facto de uma grande parte do trabalho relacionado com a instalação desses sistemas ser efetuada por trabalhadores independentes ou no contexto da economia informal dificulta a recolha de dados sobre acidentes e doenças relacionados com esse trabalho. A avaliação de riscos no local de trabalho pode também ser entravada pela indisponibilidade de dados em matéria de segurança e saúde, especialmente no que se refere à vasta gama de tecnologias solares e processos de fabrico de células fotovoltaicas. Os dados disponíveis relativos a quedas em altura mortais indicariam que a energia solar captada nos telhados é várias vezes mais perigosa do que a energia eólica ou a energia nuclear (0,44 mortes por terawatts-hora por ano, face a 0,15 e 0,04 mortes, respetivamente) [6]. Com o aumento da procura de instalações solares de pequena dimensão, a probabilidade de ocorrerem acidentes relacionados com a segurança e saúde pode estar também a aumentar.

A expansão do setor da energia solar faz ampliar consideravelmente todas as fases do ciclo de vida da tecnologia, implicando riscos potenciais para um número crescente de pessoas. No momento em que os painéis fotovoltaicos atingirem o fim do seu ciclo de vida, irão criar um enorme volume de resíduos eletrónicos (e-resíduos), com potenciais impactos no ambiente e na saúde. Outras fases do ciclo de vida das tecnologias solares, como a construção e a manutenção, são igualmente afetadas por essa ampliação e devem ser acompanhadas de perto no se refere aos aspetos inerentes à SST. Os perigos das novas tecnologias solares fotovoltaicas (células solares com semicondutores orgânicos, células solares sensibilizadas por corantes, células de película fina de carboneto de silício microcristalino e células produzidas

com recurso a nanomateriais) são difíceis de avaliar visto que estas ainda se encontram na fase laboratorial de desenvolvimento [5].

2.1 Riscos de SST associados à produção de instalações solares

Na produção de células fotovoltaicas, a saúde dos trabalhadores pode ser negativamente afetada por uma variedade de produtos químicos e de materiais. Os riscos químicos estão relacionados com a toxicidade, corrosividade, inflamabilidade e explosividade dos materiais. As quantidades e tipos de produtos químicos utilizados variam consoante o tipo de células que são produzidas, enquanto os próprios materiais semicondutores são utilizados em pequenas quantidades, especialmente na produção de camadas ultrafinas [7]. Além disso, as juntas de soldadura entre os painéis podem conter materiais pesados, tais como o chumbo.

Elementos particularmente perigosos usados na produção de células x-Si são os produtos químicos cáusticos, como o ácido fluorídrico (HF), que é utilizado para limpar as pastilhas de silício, e o silano (SiH₄), que é um gás altamente inflamável e explosivo. Atualmente, grande parte do silício utilizado como material de base para o fabrico de células x-Si é produzida em países como a China, onde as normas em matéria de SST variam. A produção de células a-Si implica também a utilização de grandes quantidades de SiH₄. O principal perigo relacionado com as células CdTe reside na toxicidade e carcinogenicidade do cádmio. O CdTe parece ser menos tóxico do que o cádmio elementar, pelo menos em termos de exposição aguda [8]. A utilização de seleneto de hidrogénio (H₂Se) constitui o principal problema associado às células CIS/CIGS; a informação existente sobre a toxicidade do CIS é escassa [9]. O manuseamento dos supracitados produtos químicos na indústria de semicondutores é uma tarefa de rotina e, de um modo geral, são aplicadas medidas de segurança. Procedimentos de trabalho seguros e a implantação de sistemas de produção fechados ou de sistemas de ventilação e exaustão minimizam os riscos de exposição.

Durante os processos de produção, há que ter em consideração aspetos relacionados com a manipulação, especialmente quando se verifica um aumento do número de produtos que requerem tratamento manual. As opções de prevenção poderiam passar pela utilização de soluções ergonómicas ajustadas, como dispositivos de elevação a vácuo e a implementação de sistemas de automatização e robótica. As tarefas de montagem que requerem movimentos repetitivos dos membros superiores (braços e mãos) constituem um fator de risco comum para o desenvolvimento de perturbações dos membros superiores.

O transporte de instalações (ou componentes) de energia solar da fábrica para o local do cliente, embora não constitua um fator crítico, deve contudo observar as normas de SST aplicáveis ao transporte de mercadorias.

2.2 Riscos de SST associados à instalação, à manutenção e ao desmantelamento

Os principais riscos estão associados ao trabalho em altura e incluem: dificuldades de acesso; queda de objetos; quedas, escorregadelas e tropeções causados, por exemplo, por azulejos escorregadios ou telhas com depósitos de algas ou musgo nas superfícies dos telhados, telhados muito inclinados, telhados frágeis; e coberturas quebradiças ou danificadas. Além do risco de lesões resultantes de escorregadelas, tropeções e quedas, estes riscos podem também contribuir para o desenvolvimento de lesões músculo-esqueléticas (LME). Por exemplo, os painéis solares, sobretudo os que se destinam ao aquecimento de água, podem ser pesados e difíceis de içar para os telhados. É também frequentemente necessário trabalhar durante longos períodos em posições incómodas - inclusive ajoelhado ou agachado -, o que significa que os trabalhadores estão expostos a riscos ergonómicos durante as atividades de (des)instalação e manutenção que podem originar lesões músculo-esqueléticas, nomeadamente lesões dorso-lombares.

Condições climáticas adversas, como temperaturas extremas, apresentam outros riscos, como o stresse térmico resultante do frio ou do calor. A exposição à radiação solar pode provocar queimaduras, perturbações oculares e certos tipos de cancro. A chuva ou a neve podem tornar as superfícies escorregadias e provocar escorregadelas e quedas.

As instalações solares térmicas não apresentam riscos elétricos, mas podem causar queimaduras ou escaldões devido aos fluidos quentes, ao passo que os sistemas fotovoltaicos podem apresentar riscos elétricos. Em primeiro lugar, o trabalho na proximidade de linhas de eletricidade suspensas que acompanham a disposição dos telhados representa um perigo. Em segundo lugar, os sistemas fotovoltaicos apresentam riscos elétricos se o sistema elétrico estiver comprometido ou as coberturas que protegem os componentes estiverem danificadas. A tensão, habitualmente na ordem dos 600 volts, pode causar choques elétricos (eletrocussão) ou queimaduras elétricas, térmicas e de arco [11]. Além disso, até mesmo baixos níveis de amperagem podem provocar reações musculares involuntárias passíveis de provocar a queda de um telhado. Um desafio adicional reside no facto de o sistema fotovoltaico estar sempre alimentado devido à radiação solar e não poder ser desligado para efeitos de manutenção ou de qualquer outro trabalho no sistema. Há também novos riscos elétricos que podem surgir paralelamente aos desenvolvimentos tecnológicos. Por exemplo, as células fotovoltaicas podem ser incorporadas nas telhas, induzindo os telhadores a instalá-las sem que possuam formação na área da eletricidade.

Os requisitos para a (des)instalação e manutenção de sistemas solares para fins residenciais ou empresariais são complexos e requerem conhecimentos de vária ordem, o que implica que qualquer subcontratação deve envolver trabalhadores que acumulem competências em diferentes sectores. A falta desses trabalhadores qualificados, aliada ao forte enfoque na obtenção de subsídios, contribui para a frequente contratação de trabalhadores não qualificados, trabalhadores migrantes com escasso conhecimento da língua dos respetivos países de acolhimento, assim como para o trabalho ilegal. Condições laborais precárias decorrentes da pressão do tempo ou dos custos podem provocar elevados níveis de stress. Tendo em conta o que precede, é fundamental fomentar a comunicação em toda a cadeia de subcontratação e intensificar a adesão às normas de SST por parte de todos os subcontratantes.

Com a redução da complexidade do processo de instalação, poderão tornar-se mais comuns as instalações não regulamentadas em residências privadas, já que, por exemplo, existem *kits* prontos para instalar que podem ser adquiridos numa loja de *hardware* local. Assim, a monitorização do processo de instalação por profissionais de SST poderá ser necessária para assegurar instalações seguras e garantir a segurança dos ocupantes, dos técnicos de manutenção e dos operadores dos serviços de emergência [12].

2.3 Riscos de SST associados à integração em infraestruturas e ao funcionamento de sistemas

A integração dos sistemas de energia solar domésticos e outros de pequena dimensão na rede energética e o seu funcionamento envolvem riscos elétricos e perigo de incêndio semelhantes aos que ocorrem na sua instalação e manutenção. Não há perigo devido a substâncias, gases ou produtos químicos perigosos durante o normal funcionamento dos módulos fotovoltaicos, dada a impossibilidade de libertação de quaisquer vapores ou poeiras.

São normalmente os trabalhadores qualificados que ligam os os painéis solares à rede elétrica. No entanto, os proprietários de edifícios, os inquilinos, os empresários ou os porteiros também podem tentar realizar este trabalho sem possuírem as qualificações necessárias, colocando-se, assim, em risco. Além do trabalho de ligação, podem ainda tentar realizar outras atividades, tais como limpeza, verificação das superfícies e da montagem, inspeção do controlo elétrico e do conversor, etc., para as quais podem também não estar devidamente habilitados. Como eles próprios desconhecem os riscos envolvidos e a necessidade de recorrer a profissionais qualificados, ao contratar alguém para efetuar as ligações e as restantes tarefas, podem acabar por contratar trabalhadores sem qualificações, colocando-os assim também em risco.

2.4 Riscos de SST associados à gestão de resíduos e à reciclagem

A duração previsível dos módulos é de cerca de 30 anos, após o que terão de ser desmantelados e eliminados ou reutilizados, tal como acontece com outros produtos eletrónicos. A reciclagem de sistemas fotovoltaicos no final do seu ciclo de vida é preferível sob

o ponto de vista ambiental, dada a possibilidade de reciclar 95 % do material semicondutor e 90 % do vidro [13]. A separação dos metais perigosos das estruturas de vidro e metal permite uma redução dos resíduos perigosos em três ordens de grandeza [14].

A aceitação esperada das práticas de reciclagem representa, para as empresas de reciclagem e os seus trabalhadores, potenciais preocupações com a segurança e saúde no local de trabalho durante a recolha dos resíduos e o processamento dos materiais recicláveis. Tal como acontece durante o fabrico, os trabalhadores podem ficar expostos a materiais semicondutores ou a metais pesados provenientes dos painéis solares que estão a desmontar. São igualmente confrontados com riscos biomecânicos e riscos de lesões músculo-esqueléticas (LME) durante a movimentação de módulos pesados ou em situações de manipulação repetitiva. O aumento da recolha de materiais recicláveis em processo de fluxo único, com novas linhas de triagem altamente mecanizadas, faz diminuir o número de pessoas necessárias para a triagem manual dos materiais. Esta automatização reduz a exposição aos riscos mencionados.

A gestão de resíduos de sistemas fotovoltaicos apresenta riscos semelhantes aos da gestão de outros tipos de resíduos eletrónicos. Todos estes riscos são controláveis mediante a aplicação de medidas de prevenção adequadas. Ocorrem, naturalmente, riscos acrescidos quando o lixo eletrónico é enviado (ilegalmente) para outros países onde podem não existir boas condições de SST, pelo que os trabalhadores não estão suficientemente protegidos durante o manuseamento de resíduos perigosos.

2.5 Riscos de SST associados aos serviços de emergência

Em caso de incêndio num sistema fotovoltaico, os serviços de emergência são confrontados não só com riscos elétricos, mas também, por exemplo, com riscos respiratórios decorrentes da inalação de substâncias perigosas, desmoronamentos, escorregadelas e tropeções, quedas em altura e queda de materiais. As instalações de sistemas solares térmicos apresentam os mesmos perigos, exceto no que respeita a riscos elétricos. O potencial de emissões significativas a partir de material fotovoltaico é muito baixo, já que as temperaturas de chama nos incêndios em telhados e coberturas são significativamente mais baixas do que as temperaturas de evaporação dos materiais fotovoltaicos [9]. Tal como no combate a qualquer incêndio estrutural, é essencial proceder a uma ótima avaliação. A informação sobre a existência de um sistema de energia solar no edifício e sobre o tipo de sistema em causa deve ser imediatamente transmitida aos bombeiros para que estes possam determinar os passos a adotar subsequentemente de acordo com as linhas de orientação para operações de combate a incêndios [15]. Um outro aspeto a ter em conta é o facto de os bombeiros, muitas vezes, ao combaterem incêndios residenciais, entrarem nas habitações através do telhado. A existência de painéis fotovoltaicos pode obstruir o acesso e complicar as operações.

3. Prevenção

Os riscos associados aos sistemas de energia solar domésticos são essencialmente convencionais. São, no entanto, diversificados, podendo ser combinados, envolver novos produtos e substâncias, e ocorrer em novas situações possivelmente com novos operadores não qualificados neste setor. Torna-se necessário proceder a uma avaliação minuciosa e individualizada dos riscos no local de trabalho, avaliação essa que constitui a pedra angular para a prevenção. Conforme descrito na Diretiva-Quadro da UE¹, é necessário identificar os perigos, bem como avaliar os riscos e hierarquizá-los por ordem de prioridade. Subsequentemente, cumpre observar a hierarquia das medidas de controlo: a eliminação ou, de algum modo, a substituição do perigo, seguida da redução ao mínimo dos riscos na fonte por meio de controlos técnicos, medidas organizativas de controlo e, como último recurso, o uso de equipamento de proteção individual.

O setor da energia solar constitui um domínio altamente dinâmico ainda em fase de ganhar ímpeto no que diz respeito ao desenvolvimento de novos sistemas. A aplicação de novas tecnologias, equipamentos ou substâncias, a implementação de novas práticas ou

¹ Diretiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01989L0391-20081211&from=PT>

procedimentos de trabalho, bem como a mudança coerente da força de trabalho exigem um processo dinâmico de gestão de riscos sujeito a revisões regulares. Uma vez controlados com êxito os riscos no local de trabalho, o processo não deverá parar. Deve ser implementado um sistema metódico de monitorização e avaliação, pois existe sempre a possibilidade de introdução de novos riscos nos locais de trabalho.

Os esforços para eliminar ou minimizar os riscos logo na fase de projeto devem ser igualmente intensificados [16]. Nessa fase, deve ser adotada uma abordagem pluridisciplinar, que tenha em conta os aspetos da SST ao longo de todo o ciclo de vida das aplicações de energia solar de pequena dimensão [17].

Dado que os trabalhadores de inúmeros setores e, adicionalmente, grupos não-profissionais de pessoas podem estar expostos a riscos decorrentes de instalações de energia solar de pequena dimensão, é necessário criar uma cultura de segurança e saúde com ampla difusão que integre vários atores, tais como representantes dos trabalhadores, empresários, (sub)contratantes, bombeiros e municípios. As seguintes medidas são particularmente importantes: formação regular para todas as pessoas envolvidas, monitorização permanente de (novos potenciais) perigos, redução do uso de materiais tóxicos na fase de fabrico, testes adequados de novos materiais e processos com base numa abordagem de precaução, e conceção de produtos que permitam procedimentos seguros ao longo de todo o seu ciclo de vida, incluindo a reciclagem segura do sistema.

O presente «e-fact» é acompanhado de uma lista de verificação que também se encontra disponível em <https://osha.europa.eu/pt/publications/e-facts/e-fact-69-hazard-identification-checklist-osh-risks-associated-with-small-scale-solar-energy-applications> e visa contribuir para iniciar o processo de identificação dos perigos, podendo deste modo apoiar o início da avaliação de riscos no local de trabalho. Além disso, apresenta exemplos de medidas de prevenção para ajudar a definir e aplicar as medidas de prevenção necessárias.

Informações complementares

CE - Comissão Europeia. <http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-photovoltaic>,
<http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-heating-and-cooling>

EPIA – Associação Europeia da Indústria Fotovoltaica. <http://www.epia.org/about-epia/who-is-epia.html>

ESTIF – Federação da Indústria Solar Térmica Europeia: <http://www.estif.org/statistics/st-markets-in-europe-2010/>

IFA - Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.
[http://gestisen.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestiseng:sdbeng](http://gestisen.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng)

OIT - Organização Internacional do Trabalho. <http://www.ilo.org/global/topics/green-iobs/lang-en/index.htm>,
http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_175600.pdf,
http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/documents/publication/wcms_152065.pdf

NFPA - National Fire Protection Association, *Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems*, Quincy, maio de 2010. Disponível em:
http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=fftacticssolarpower.pdf

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health:
<http://www.cdc.gov/niosh/topics/PtD/greeniobs.html>,
<http://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2010/01/green-2/>

OPPBTP - *La prévention BTP, Pose De Panneaux Photovoltaïcs - Préparation d'un chantier*, 2e édition, abril de 2011. Disponível em:
http://www.oppbtp.fr/thematiques/danger_nuisance_risque/electricite/documentation/pose_de_panneaux_photovoltaïques_preparation_d_un_chantier

- OSEIA - Oregon Solar Energy Industries Association, *Solar Construction Safety*, Portland, 12/06. Disponível em: http://www.coshnetwork.org/sites/default/files/OSEIA_Solar_Safety_12-06.pdf
- OSFM - Office of the State Fire Marshal, *Fire Operations for Photovoltaic Emergencies*, Sacramento, novembro de 2010. Disponível em: http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf
- OSHA - US Occupational Safety & Health Administration. <http://www.osha.gov/dep/greeniobs/solar.html>
- PV Cycle - European Association for voluntary take-back and recovering of photovoltaic modules A.I.S.B.L. <http://www.pvcycle.org/>
- PNUA – Programa das Nações Unidas para o Ambiente - http://www.unep.org/labour_environment/pdfs/green-iobs-background-paper-18-01-08.pdf

Referências

- [1] Observ'ER, *The State of Renewable Energies in Europe 11th - EurObserv'ER Report*, Paris, dezembro de 2011. Disponível em: http://www.euroserver.org/pdf/barobilan11.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=barobilan11.pdf
- [2] Beurskens, L. W. M., Hekkenberg, M. & Vethman P., *Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States*, ECN-E-10-069, 2011. Disponível em: <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10069.pdf>
- [3] EU-OSHA (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho), *Foresight of New and Emerging Risks to Occupational Safety and Health Associated with New Technologies in Green Jobs by 2020, Phase I - Key drivers of change*, 2011. Disponível em: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/foresight-green-jobs-drivers-change-TERO11001ENN>
- [4] Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), *Summary of the Making Green Jobs Safe Workshop*, Washington, DC, 14-16 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>
- [5] Silicon Valley Toxics Coalition, *Toward a Just and Sustainable Solar Energy Industry*, White Paper, 2009. Disponível em: http://svtc.org/wp-content/uploads/Silicon_Valley_Toxics_Coalition_-_Toward_a_Just_and_Sust.pdf
- [6] Next Big Future, *Deaths per TWH by Energy Source*, 2011. Obtido em 10 de setembro a partir de: <http://nextbigfuture.com/2011/03/deaths-per-twh-by-energy-source.html>
- [7] EPRI (Electric Power Research Institute), *Potential Health and Environmental Aspects Associated with the Manufacture and Use of Photovoltaic Cells*, Final Report, Palo Alto, 2003. Disponível em: <http://www.energy.ca.gov/reports/500-04-053.PDF>
- [8] Zayed, J. & Philippe, S., *Acute Oral and Inhalation Toxicities in Rats with Cadmium Telluride*, International Journal of Toxicology, Vol. 28, No 4, 2009, pp. 259-265.
- [9] Fthenakis, V. M., *Overview of Potential Hazards*, in Markvart T. & Castaner, L. (Eds.), *Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications*, Elsevier, 2003, pp. 854-868. Disponível em: http://www.bnl.gov/pv/files/pdf/art_170.pdf
- [10] Wang, M-J. J., Chung, H-C. & Wu, H-C., *Evaluating the 300mm Wafer-Handling Task in Semi-Conductor Industry*, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 34, No 6, 2004, pp. 459-466. Disponível em: <http://ir.lib.cyut.edu.tw:8080/bitstream/310901800/7335/1/A7.pdf>

- [11] Chen, H., *Green and Healthy Jobs, Labour*, Occupational Health Program, University of California at Berkeley, 2010. Disponível em: [Healthy%20Jobs%20fnl%20for%20posting.pdf](#)
- [12] Grant, C. C., *Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems*, Final Report, a DHS/Assistance to Firefighter Grants (AFG) Funded Study, maio de 2010. Disponível em: http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/research/fftacticssolarpower.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=fftacticssolarpower.pdf
- [13] Krueger, L., *An Overview of First Solar's Module Collection and Recycling Program*, apresentado no Photovoltaics Recycling Scoping Workshop, 34.^a Conferência de Especialistas em Tecnologia Fotovoltaica, 11 de junho de 2009, Filadélfia, EUA, e na 1.^a Conferência Internacional sobre Reciclagem de Módulos, janeiro de 2010, Berlim, Alemanha. Disponível em: http://www.bnl.gov/pv/files/PRS_Agenda/2_Krueger_IEEE-Presentation-Final.pdf
- [14] Fthenakis, V. M., *End-of-Life Management and Recycling of PV Modules*, Energy Policy, Vol. 28, 2000, pp. 1051-1058. Disponível em: http://clca.columbia.edu/papers/End_Life_Management_Recycling_Energy_Policy.pdf
- [15] CAL Fire (Office of the State Fire Marshal), *Fire Operations for Photovoltaic Emergencies*, novembro de 2010. Disponível em: http://osfm.fire.ca.gov/training/pdf/Photovoltaics/Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf?bcsi_scan_53dc4632274cd1ca=0&bcsi_scan_filename=Fire%20Ops%20PV%20lo%20resl.pdf
- [16] Schulte, P. A., Rinehart, R., Okun, A., Geraci, C. L. & Heidel, D. S., *National Prevention through Design (PtD) Initiative*, Journal of Safety Research, Vol. 39, No 2, 2008, pp. 115-121.
- [17] Ertas, A., *Prevention through Design: Transdisciplinary Process*, Lubbock, Texas, 2010. Disponível em: http://basarab.nicolescu.perso.sfr.fr/ciret/ARTICLES/Ertas_fichiers/ptd.pdf