

# Envelhecimento da Força de Trabalho Atual – Quem vai Substituí-la?

Amy Grice, *Tacoma Power*

Jackie M. Peer e Greg T. Morris, *Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.*

**Sumário**—As concessionárias de energia elétrica dependem do conhecimento e experiência da força de trabalho da indústria de energia para fornecer suporte ao sistema elétrico de potência nacional. Este artigo analisa a possível escassez desta experiência necessária que pode, se não equacionada, ter efeitos catastróficos na indústria e na sociedade.

Estudos mostram que o número de graduados em engenharia e de trabalhadores capacitados que estão entrando na força de trabalho pode não ser compatível com o número iminente de aposentadorias. A “Geração Baby Boomer”, prestes a se aposentar, detém uma riqueza de conhecimentos e experiências necessários para fornecer suporte aos sistemas elétricos de potência atuais. Isso representa um desafio em relação a encontrar substitutos e transferir os conhecimentos de forma adequada.

Hoje, como uma indústria, somos desafiados a encontrar pessoas qualificadas que entendam o projeto, operação e a manutenção dos sistemas elétricos de potência. Com as iniciativas de redes inteligentes e energia verde ganhando força, estão sendo criadas ainda mais demandas de equipes de trabalho com estas capacidades mistas e especializadas para suportar o sistema de energia. O tipo de pessoal em discussão inclui engenheiros e trabalhadores de linhas de transmissão de energia elétrica.

Relatórios recentes mostram que as matrículas nos cursos de engenharia estão aumentando, provavelmente devido a novas iniciativas, tais como energias renováveis, soluções verdes e redes inteligentes. Todavia, o número de alunos interessados em engenharia elétrica está diminuindo, o que leva à escassez da especialização supracitada para atender às demandas da indústria. Os cursos de engenharia elétrica destinados a fornecer graduados para a indústria de energia foram reduzidos ao longo das duas últimas décadas, assim como muitos dos professores se aposentaram e não foram substituídos. Estima-se que 40% dos docentes seniores estarão aptos a se aposentarem nos próximos cinco anos, e que 27% deles pretendem se aposentar.

Este artigo discute a situação da força de trabalho da indústria de energia elétrica e os planos para atender às necessidades de trabalho futuras. O objetivo deste artigo não é apresentar uma visão extremamente pessimista, mas entender a difícil situação da força de trabalho atual, discutir recomendações para a indústria e compartilhar exemplos positivos de ações e programas existentes para ajudar a resolver os problemas que estamos enfrentando. Exemplos de concessionárias e fabricantes incluem:

- Programas que estão sendo atualmente realizados pelas empresas para atrair o interesse dos estudantes (desde a pré-escola até a faculdade) para a engenharia elétrica e proporcionar experiências práticas da vida real uma vez que estejam na faculdade.
- Programas de educação, aprendizagem e estágios na empresa que garantam aos funcionários estarem recebendo o treinamento necessário para prepará-los para as necessidades da força de trabalho a longo prazo.

- **Recomendações sobre como agir agora para entender e se preparar para as necessidades da força de trabalho a longo prazo.**

## I. FORÇA DE TRABALHO ATUAL DA INDÚSTRIA DE ENERGIA

É difícil imaginar como seria viver sem eletricidade ou ter um serviço imprevisível como regra diária. Vivemos numa sociedade que espera ter um sistema de energia elétrica seguro e confiável, ainda que estejamos enfrentando uma potencial escassez da força de trabalho experiente da indústria que pode comprometer a integridade do sistema elétrico de potência nacional.

A “Geração Baby Boomer”, prestes a se aposentar, possui uma riqueza de conhecimentos e experiências necessários para suportar o sistema de potência atual. Nos próximos cinco a dez anos, 45 a 50% da força de trabalho da indústria pode se aposentar ou sair. Isso representa um desafio em relação a encontrar substitutos e transferir os conhecimentos de forma adequada.

A indústria de energia elétrica está enfrentando outros desafios além do envelhecimento da força de trabalho. A infra-estrutura da rede de energia também está envelhecendo e necessitando manutenção, assim como os equipamentos precisam ser substituídos. Com as atuais iniciativas para redes inteligentes e energia verde, estão sendo geradas ainda mais demandas para equipes de trabalho com capacidades mistas para suportar a evolução do sistema de energia elétrica.

O número de graduados em engenharia e de trabalhadores capacitados que estão entrando na força de trabalho pode não ser compatível com o número iminente de aposentadorias. Além disso, existe uma percepção entre alguns estudantes de que as carreiras relacionadas à energia elétrica são antiquadas e obsoletas, tornando difícil gerar interesse e atrair candidatos para tais carreiras na indústria.

Este artigo discute a delicada situação da força de trabalho atual da indústria de energia elétrica e fornece sugestões sobre como construir a necessária fonte de informações de talentos (em particular, engenheiros elétricos e trabalhadores de linhas de transmissão de energia elétrica) de forma a se preparar para as necessidades da força de trabalho a longo prazo.

### A. Engenharia de Sistemas de Potência

A engenharia de sistemas de potência (energia) é um dos ramos mais antigos da engenharia. As responsabilidades de um engenheiro de potência envolvem a geração, transmissão e distribuição de eletricidade, e incluem o projeto e suporte dos dispositivos e equipamentos para a conversão, distribuição e

utilização de energia elétrica. A maior parte dos princípios fundamentais da engenharia de potência permanece inalterada. Entretanto, novos avanços nas tecnologias de comunicação e controle estão continuamente sendo introduzidos para melhorar a capacidade total e a flexibilidade do sistema de potência. Consequentemente, a especialização é necessária para suportar tanto a tecnologia tradicional quanto a nova.

O envelhecimento da força de trabalho, combinado com a redução dos graduados em engenharia, tornou-se uma fonte de preocupações para a indústria. Em 2008, existiam nos Estados Unidos 12.300 engenheiros elétricos trabalhando nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, de acordo com a Agência de Estatísticas do Trabalho (“Bureau of Labor Statistics” – BLS). A agência BLS estima um declínio no número de engenheiros elétricos contratados diretamente pelas concessionárias para 11.200 até 2018; todavia, há uma previsão de aumento no número total de engenheiros elétricos em todas as indústrias.

Parece haver uma mudança prevista na força de trabalho das concessionárias, com uma projeção de aumento tanto dos serviços de consultoria como dos empreiteiros. É provável que as concessionárias estejam reduzindo o número de funcionários e de serviços terceirizados. De acordo com o Terceiro Levantamento Anual de Diretrizes Estratégicas na Indústria de Energia Elétrica (“Third Annual Strategic Directions in the Electric Utility Industry Survey”), 18% das concessionárias planejam utilizar consultores e outros 18% planejam implementar melhorias nos sistemas de automação e processos para combater o envelhecimento da força de trabalho [1].

Estima-se que apenas as concessionárias de energia elétrica necessitarão mais de 7.000 engenheiros de sistemas de potência nos próximos cinco anos, e que até duas ou três vezes mais podem ser necessários para atender às demandas de todas as indústrias [2]. Atualmente, presume-se que o número de oportunidades de carreira exceda a oferta de graduados. Esta situação pode se intensificar considerando que a principal fonte de graduados em engenharia de potência (ex., programas universitários) possa estar em perigo.



Fig. 1. As concessionárias necessitam mão-de-obra especializada para suportar o sistema de potência.

### 1) Declínio dos Cursos de Engenharia de Potência

Em 2006, o Departamento de Energia dos EUA informou ao Congresso as tendências da força de trabalho na indústria das concessionárias de energia elétrica. Nas últimas duas décadas, houve um declínio nos cursos de engenharia de potência das universidades. Na época do estudo, a estimativa já era inferior a 30 cursos nos Estados Unidos e 75 cursos no mundo. Algumas escolas de pesquisa de alto nível eliminaram o foco em engenharia de potência dos seus programas de engenharia elétrica. Para piorar a situação, muitos professores de engenharia de potência aposentados não foram substituídos. Os programas de engenharia de potência baseados em universidades estão erodindo sem a substituição qualificada dos professores aposentados [3].

Em abril de 2009, a Força de Trabalho Colaborativa de Engenharia de Energia e Potência dos EUA (“U.S. Power and Energy Engineering Workforce Collaborative”) emitiu o relatório: “Preparing the U.S. Foundation for Future Electric Energy Systems: A Strong Power and Engineering Workforce” (“Preparando a Fundação Americana para o Futuro dos Sistemas de Energia Elétrica: Uma Força de Trabalho Competente de Engenharia e Potência”) [2]. Este relatório incluiu um plano de ação para a indústria, governo, educação e instituições de pesquisa e organizações, visando evitar que a escassez crescente de engenheiros de energia elétrica, bem qualificados, pudesse dificultar o progresso em atingir objetivos nacionais críticos. O relatório afirma que existem menos de cinco cursos de engenharia de potência de alto nível nas universidades dos Estados Unidos. A força de trabalho colaborativa incluiu uma lista de critérios necessários para definir um programa consistente.

Dos cerca de 40% dos professores de engenharia das universidades dos Estados Unidos que estarão aptos a se aposentar nos próximos cinco anos, estima-se que 27% vão se aposentar. Com aproximadamente 170 professores trabalhando em período integral no ensino e pesquisa de engenharia elétrica, pode ocorrer a aposentadoria de 45 a 50 professores seniores. A força de trabalho colaborativa recomenda a contratação de 80 novos professores nos próximos cinco anos para reposição daqueles que se aposentarem [2].

Durante a pesquisa deste tópico, descobrimos 70 instituições nos Estados Unidos que declararam ter pelo menos um membro do corpo docente efetuando pesquisas relacionadas à energia elétrica e/ou tiveram cursos relativos à energia elétrica em seus currículos, havendo 162 dessas instituições em todo o mundo. Embora existam diversos relatórios e estudos sobre esta questão, a maioria concorda que tem ocorrido um declínio constante nos cursos de engenharia de energia e que há necessidade de investimento nesses cursos, incluindo a contratação de professores, para atender às necessidades educacionais do presente e do futuro.

### 2) Declínio dos Graduados em Engenharia de Potência

Por quase três décadas, os Estados Unidos experimentaram um declínio constante no número de estudantes de engenharia com ênfase em sistemas de potência, conforme mostrado na Fig. 2. Hoje, existem apenas cerca de 800 a 1.000 estudantes

se graduando anualmente em engenharia de potência, em comparação com quase 2.000 no final dos anos 1970. O número de inscrições para mestrado e doutorado em engenharia de potência totaliza aproximadamente 550, sendo 60% de estudantes internacionais [2].

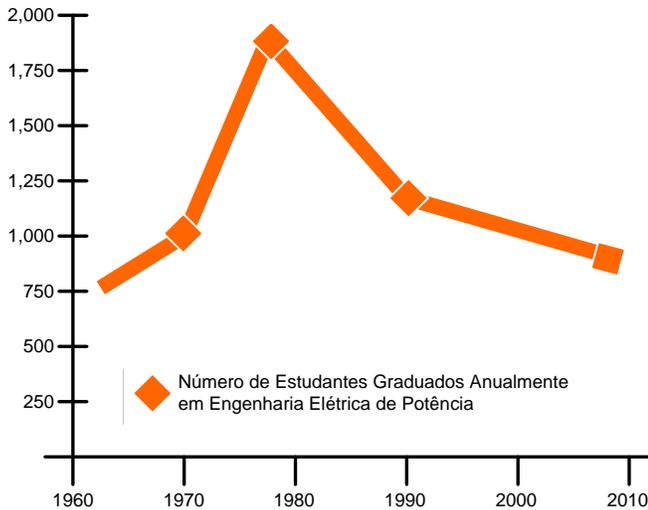


Fig. 2. Número de estudantes se graduando anualmente, nos Estados Unidos, em engenharia elétrica com ênfase em sistemas de potência.

Diversos fatores podem estar contribuindo para a redução do número de matrículas em engenharia elétrica. A maioria dos estudantes do ensino médio não tem muito conhecimento sobre engenharia e não se sente segura de suas capacidades em ciências e matemática. Além disso, poucos pais incentivam seus filhos, especialmente as meninas, a considerarem uma carreira em engenharia. As mulheres representam 18% do total de matrículas em engenharia e somente 12% dos estudantes de engenharia elétrica. O número total de estudantes interessados em engenharia elétrica está declinando e a redução do grupo de alunos de engenharia elétrica limita o suprimento de novos engenheiros de potência [2].

Como uma indústria, precisamos entender as diferenças entre as gerações, divulgar melhor a imagem e a importância dos campos da engenharia, e atrair talentos para iniciarem uma carreira na indústria de energia [4] [5] [6].

### B. Trabalhadores de Linhas de Transmissão de Energia Elétrica

Os trabalhadores de linhas de transmissão de energia elétrica fornecem o trabalho físico necessário para operar e manter a rede elétrica. Em uma das profissões mais bem pagas que não exige uma educação de nível superior, esses trabalhadores erguem postes e torres de transmissão, e instalam ou reparam os cabos condutores que conduzem a energia elétrica da usina para o consumidor. Eles podem trabalhar para as empreiteiras de construção, concessionárias de energia elétrica ou empresas de telecomunicação [7].

Esta é uma carreira perigosa, que exige muito fisicamente, na qual os trabalhadores frequentemente enfrentam o mau tempo ou desastres naturais para reparar os danos do sistema de potência, conforme mostrado na Fig. 3. Alguns trabalhadores responsáveis por redes de energia interestaduais

são muitas vezes obrigados a efetuar viagens prolongadas e a trabalhar em horários extensos e irregulares. Alguns pertencem ao pronto-atendimento, novamente com horários de trabalho imprevisíveis, significando estar à disposição praticamente 24 horas por dia, 7 dias por semana. Apesar dos procedimentos de segurança e treinamento, o serviço ainda está colocado entre os mais perigosos dos Estados Unidos. Os riscos incluem choque elétrico, ferimentos por quedas e queimaduras por arco. A natureza do serviço pode levar a preocupações com a qualidade de vida [3].



Fig. 3. Os trabalhadores de linhas elétricas enfrentam condições adversas.

Em 2008, os trabalhadores de linha ocupavam 284.900 vagas de emprego nos Estados Unidos. Aproximadamente 171.000 eram trabalhadores de linhas de telecomunicação e os restantes 113.000 eram trabalhadores de linhas de energia elétrica; aproximadamente 52.000 trabalhando em concessionárias de energia elétrica. A maioria das empresas espera que até 50% dos trabalhadores de linha se aposentem nos próximos cinco a dez anos.

A agência BLS projeta um declínio no número de trabalhadores de linha que estão sendo contratados pelas concessionárias para 42.400 até 2018; todavia, há uma previsão de aumento no número total de trabalhadores de linha em todas as indústrias. Em particular, há uma previsão de aumento de emprego na construção e nas empreiteiras durante o mesmo período de tempo, acrescentando cerca de 10.500 trabalhadores. De forma similar às nossas observações no campo de engenharia de potência, o consenso é que há uma mudança na força de trabalho para um acréscimo na construção e nas empreiteiras, conforme mostrado na Fig. 4.

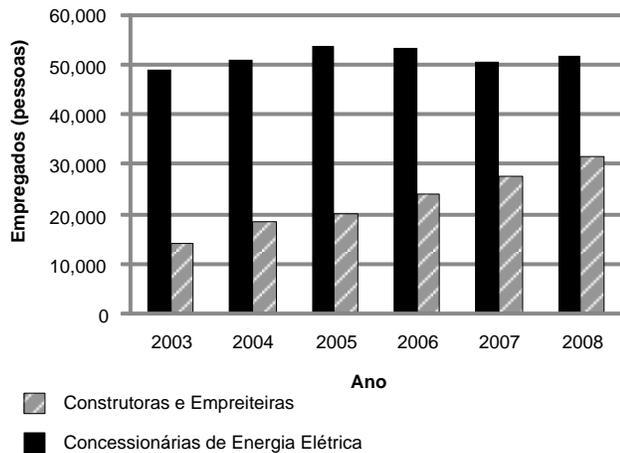


Fig. 4. Mudança no emprego dos trabalhadores de linha.

Hoje, existem mais de 70 escolas de trabalhadores de linha e programas de treinamento para trabalhadores de linha nos Estados Unidos, que é o dobro do número de cinco anos atrás. Concessionárias e empresas oferecem esses programas de treinamento para que os empregados tenham o nível de capacitação “*journey-level*” como trabalhadores de linha. Isso representa, tipicamente, quatro anos ou mais de treinamento para que um aprendiz se torne um trabalhador “*journey-level*”. O treinamento e o aconselhamento efetuados por trabalhadores “*journey-level*” experientes fazem parte do processo de treinamento e têm a credibilidade das concessionárias.

Mesmo com o aumento dos programas de treinamento, é temida a previsão de uma escassez significativa de trabalhadores de linha, considerando as mudanças econômicas, preocupações com a qualidade de vida, além do número crescente de aposentadorias.

### C. As Aposentadorias Iminentes Podem Colocar a Rede Elétrica em Risco

Mais de 25% da população dos Estados Unidos é classificada como parte da “Geração Baby Boomer” que está, agora, se aproximando da aposentadoria. Os 80 milhões de “Baby Boomers” representam aproximadamente 44% da força de trabalho americana que tem acumulado décadas de conhecimento e experiência.

Mais de 50% da força de trabalho das concessionárias possui 45 anos ou mais, de acordo com a agência BLS, conforme mostrado na Fig. 5. Muitos cargos dentro do setor da indústria das concessionárias são altamente especializados, exigem anos de treinamento e têm acumulado um histórico de conhecimento da operação dos equipamentos do sistema de potência. A perda de conhecimentos essenciais e a capacidade de manter a confiabilidade da rede elétrica estão em risco; esta potencial perda do conhecimento consiste numa grande preocupação [3] [8].

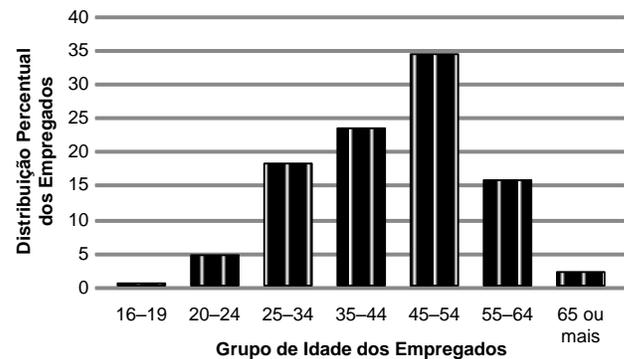


Fig. 5. Mais de 50% da força de trabalho das concessionárias tem 45 anos ou mais [9].

De acordo com o estudo efetuado pela Senadora dos Estados Unidos, Maria Cantwell, “Meeting the National Demand for a Skilled Energy Force” (Atendendo à Demanda Nacional para uma Força de Trabalho Capacitada em Energia), mais da metade da força de trabalho nacional nas áreas de engenharia e ciências atingirá a idade de aposentadoria nos próximos 20 anos. “A nação enfrentará uma grave escassez de engenheiros de sistemas de potência nos próximos anos. Trabalhadores diplomados em tecnologia e ciências se aposentarão brevemente, criando um vácuo dramático de trabalhadores disponíveis para atender ao crescimento da indústria”. [10]

## II. ENTENDENDO AS GERAÇÕES

A população da força de trabalho da indústria de energia continua a mudar. Os “Baby Boomers” estão começando a se aposentar, criando novas oportunidades para os trabalhadores da “Geração X” e “Geração Y”. Cada geração possui diferentes características, expectativas e abordagens para o trabalho. Elas também têm formações tecnológicas diferentes, como descrito na Tabela I.

TABELA I  
ENTENDENDO AS DIFERENÇAS DAS GERAÇÕES

Baby Boomer	Geração X	Geração Y
Nascido 1946–1964	Nascido 1965–1980	Nascido 1981–1993
TV	PC	Internet
Tem tecnologia	Usa tecnologia	Cresceu na tecnologia
Confortável com impressoras	Conhece computador; espera tecnologia de ponta	Acredita que toda informação está um clique à frente
Valoriza o treinamento contínuo para manter as capacidades atualizadas	Valoriza o treinamento baseado no desenvolvimento das habilidades e acumula capacidades de trabalho transferíveis	Estimulado pela flexibilidade e espaço para explorar
Quer se sentir necessário; quer ser reconhecido pelas contribuições pessoais	Gosta de recompensas reais e imediatas	Busca fazer a diferença; deseja ser um herói
Disposto a ser o mentor dos funcionários mais jovens, mas espera que o pessoal mais jovem “pague suas dívidas”	Gosta de liberdade para fazer o trabalho da sua própria maneira	Boa parceria com os mentores
Orientado pelo processo	Deseja flexibilidade	Valoriza a orientação

A “Geração Baby Boomer”, nascida entre 1946 e 1964, representa a maior geração nos Estados Unidos com cerca de 80 milhões de pessoas. A “Geração X” inclui os nascidos entre 1965 e 1980. A “Geração Y”, também chamada “ECHO Boomers” ou “Millennials”, inclui os nascidos entre 1981 e 1993 [3] [8]. As empresas precisam considerar as diferenças dessas gerações no planejamento dos requisitos futuros de trabalho, bem como para atrair e manter novos empregados.

### III. PLANEJANDO AS FUTURAS NECESSIDADES DE TRABALHO

Para atender às futuras exigências de trabalho, as empresas precisam entender o estado atual da força de trabalho e planejar adequadamente para atender às necessidades futuras. Esta seção fornece recomendações de curto e longo prazo para aumentar o interesse na engenharia e desenvolver e manter equipes de trabalho qualificadas.

#### A. Criar o Interesse nas Áreas Relacionadas à Energia

Considerando a percepção entre alguns estudantes de que as carreiras em áreas relacionadas à energia estão obsoletas e antiquadas, é vital criar o interesse nas carreiras desta indústria. Construir o interesse inclui divulgar a imagem dos engenheiros que trabalham na indústria de energia de forma que a próxima geração de engenheiros possa se relacionar com os mesmos. Os jovens de hoje querem escolher empregos que façam a diferença no mundo.

##### 1) Seja um Mentor

Os programas de mentor, formais e informais, possibilitam aos mentores compartilharem conhecimento, experiência e conselhos com discípulos menos experientes. Da mesma

forma, profissionais emergentes ganham acesso às informações e diretrizes relativas à linha de conduta na carreira escolhida. A aliança entre o mentor e o discípulo frequentemente reduz as lacunas de conhecimento.

##### 2) Exponha os Estudantes Precocemente à Matemática e Ciências

É importante criar o interesse em matemática, ciência e engenharia numa idade precoce. Os pais, professores e a indústria têm a responsabilidade de proporcionar esta exposição e oportunidade.

Um fabricante de alta tecnologia ao leste de Washington contratou um instrutor para ministrar cursos opcionais de eletrônica para estudantes locais do ensino médio. O objetivo deste programa é expor os alunos aos fundamentos da eletrônica e criar o interesse para aqueles que não tinham tido este tipo de oportunidade. No início do programa, os alunos eram transportados da escola para a fábrica de ônibus. Hoje, o instrutor tem um laboratório e uma sala de aula na própria escola, conforme mostrado na Fig. 6.



Fig. 6. Um curso de eletrônica desperta o interesse dos estudantes do ensino médio.

O programa está agora em seu décimo ano, e mais de 350 alunos já completaram o curso de eletrônica. Aproximadamente 10% desses estudantes foram para a faculdade para cursar engenharia. A maioria tem prosseguido ou pretende seguir carreira em engenharia elétrica (alguns se matricularam nos cursos de engenharia civil e mecânica). Outros 25 estudantes, aproximadamente, estão atualmente cursando carreiras de alta tecnologia ou outros campos especializados. Metade dos estudantes que planejam seguir a carreira de engenharia disse que nunca haviam pensado em fazer isso antes de efetuarem o curso na escola. Espera-se um aumento no número de futuros engenheiros à medida que mais estudantes participam deste programa.

##### 3) Participe de Programas de Estágio

Os programas de estágio beneficiam os empregadores e os estudantes. Os alunos recebem uma experiência prática inestimável trabalhando lado a lado com os profissionais da

indústria. Os empregadores se beneficiam de uma ajuda adicional para concluir os trabalhos necessários e têm a oportunidade de avaliar o desempenho do estagiário para uma potencial contratação em tempo integral.

*a) Uma Concessionária do Oeste dos Estados Unidos Implementa um Programa de Estágios*

Uma concessionária do oeste dos Estados Unidos gerencia um programa de estágios organizado para estudantes de nível superior e formados em universidades que desejam entrar na indústria de energia. Quando o programa começou, em 2003, a concessionária esperava que um programa de recrutamento efetivo levasse anos para resultar em benefícios positivos de longo prazo. Os objetivos do programa consistem em identificar e contratar os melhores candidatos com diversas formações e proporcionar uma experiência inestimável no dia-a-dia da concessionária. Todas as escolas selecionadas têm cursos de excelência em sistemas de potência e são membros ativos do PSERC (“Power Systems Engineering Research Center” – Centro de Pesquisas de Engenharia de Sistemas de Potência).

Os estagiários trabalham em projetos reais, numa determinada área de especialização, tais como proteção e controle, subestações ou gerenciamento de projetos, ao invés de trabalharem num esquema de rodízio. Os estagiários participam de excursões semanais do grupo para o campo, visando aprender sobre todas as áreas da concessionária, independentemente das atribuições do grupo. Essas excursões incluem visitar as instalações de geração, conhecer diferentes subestações ou observar as equipes de linha efetuando uma nova conexão ou o puxamento de cabos (Fig. 7). Desde 2003, esta concessionária contratou 40% dos seus estagiários como funcionários em tempo integral.



Fig. 7. Os estagiários participam de excursões em grupo.

*b) O Fabricante Implementa um Programa de Estágios*

Um fabricante de grande porte do setor de energia que conduziu um programa de estágios bem sucedido para estudantes universitários empregou, desde 2001, mais de 343 estagiários, promovendo 96 para cargos de tempo integral. Aos estagiários são atribuídos projetos que colocam suas habilidades e conhecimentos em teste, dando-lhes a oportunidade de ganhar uma inestimável experiência da vida real. Eles trabalham ao lado dos funcionários de tempo

integral e são colocados diante de problemas reais a serem solucionados que têm efeitos mensuráveis na empresa.

Este programa proporciona aos estudantes uma oportunidade de desenvolver habilidades relacionadas com o trabalho e um ambiente de trabalho que encoraja o crescimento profissional e pessoal (Fig. 8).



Fig. 8. Os estagiários ganham uma experiência inestimável.

*4) Patrocine Projetos de Engenharia nas Universidades*

As faculdades estão continuamente procurando empresas para patrocinar projetos de engenharia coordenados por instrutores e mentores (“senior design projects” e “mentor design teams”). Os patrocínios variam, mas podem incluir doações financeiras, equipamentos, softwares ou ferramentas. Além disso, técnicos experientes podem preparar conferências. Através de patrocínios, os estudantes são solicitados para resolver problemas do mundo real, seguindo procedimentos de engenharia e trabalhando como uma equipe para concluir suas atribuições.

Como exemplo, um projeto de desenvolvimento da Washington State University (WSU) incluiu elaborar os ajustes dos relés digitais para substituição (“retrofit”) dos relés eletromecânicos em cerca de 50 alimentadores de distribuição de uma usina de vapor do campus, conforme mostrado na Fig. 9. O projeto se estendeu por vários anos, permitindo que várias equipes de projeto trabalhassem no referido *upgrade*.



Fig. 9. Usina de vapor da WSU.

Os alimentadores fornecem energia para aproximadamente um quarto dos prédios do campus da WSU. Cada alimentador tinha três relés de sobrecorrente de fase que seriam substituídos por um único relé de sobrecorrente digital. O projeto de modernização também substituiu os antigos medidores por nova tecnologia, conforme mostrado na Fig. 10, visando permitir estudos de energia e medições do consumo dos edifícios do campus.



Fig. 10. Os estudantes efetuaram os ajustes dos relés digitais para substituir os relés eletromecânicos dos alimentadores da usina de vapor da WSU.

Os ajustes dos relés das proteções existentes não puderam ser reutilizados porque a universidade teve um crescimento substancial em mais de 30 anos desde que os relés foram instalados. Alguns dos relés de proteção tinham mais de 44 anos de idade.

As equipes de projeto típicas consistiam de três estudantes de engenharia elétrica, todos do último ano de graduação em engenharia de energia. As equipes revisaram no papel os diagramas unifilares do sistema de distribuição da universidade e desenvolveram modelos utilizando um software comercial. Para elaborar modelos precisos, a equipe avaliou o tipo e a idade do condutor de cada alimentador, o tipo e a localização do fusível para a coordenação num esquema de preservação de fusível (“fuse-saving”), a contribuição dos motores para a corrente de falta e as

condições de carga. Todas as informações foram usadas para calcular os níveis da corrente de falta e coordenar os relés com os fusíveis. Também foi necessário desenvolver um esquema para rejeição de cargas baseado na importância das cargas supridas por cada alimentador. As instalações médicas e dos laboratórios receberam a prioridade mais alta e seriam cortadas por último, enquanto as salas de aula e os escritórios seriam cortados em primeiro lugar. No final do projeto, as equipes forneceram os diagramas unifilares em meio eletrônico, estudos de coordenação, lógica de rejeição de cargas e os ajustes dos relés para cada alimentador.

Este projeto representa o trabalho real que os engenheiros elétricos executam atualmente para fornecer suporte para o sistema elétrico de potência. A experiência adquirida com este projeto de desenvolvimento resultou em vários estudantes indo trabalhar como empregados em tempo integral com o fabricante que forneceu os mais novos equipamentos digitais, enquanto outros foram trabalhar em concessionárias de energia elétrica.

#### 5) *Seja Voluntário como Palestrante Convidado*

Ofereça-se para dar uma palestra em um dia da carreira universitária ou como complemento ao currículo em curso, uma vez que os estudantes aprendem com os profissionais que compartilham os problemas do mundo real resolvidos pela engenharia.



Fig. 11. Um instrutor convidado dá uma palestra para estudantes de engenharia.

#### 6) *Participe dos Conselhos Consultivos da Indústria*

As empresas devem participar dos conselhos consultivos da indústria nas universidades e faculdades. Este envolvimento proporciona uma oportunidade para trabalhar com os departamentos de engenharia, faculdades e professores, e para opinar no planejamento do currículo, corpo docente e necessidades dos laboratórios. Os conselhos consultivos também proporcionam às empresas e universidades a capacidade de trabalharem em conjunto em pontos de debate, tais como criar o interesse para atrair e manter os estudantes. A colaboração é uma oportunidade para que os empregadores da indústria compartilhem o planejamento de contratações e as expectativas para os recém formados que estão entrando na força de trabalho. Contate os professores do departamento de

engenharia elétrica das universidades e faculdades para participar dos conselhos consultivos.

#### 7) *Efetue a Doação de Equipamentos*

As doações de equipamentos são fundamentais para o sucesso da maioria dos cursos de engenharia. Laboratórios com equipamentos atualizados, de alta tecnologia, proporcionam aos estudantes uma experiência prática inestimável ao usarem os equipamentos e ferramentas comuns da indústria. Colocar os mais modernos e avançados equipamentos nas mãos dos estudantes de engenharia consiste numa oportunidade para libertá-los das percepções de que as carreiras relacionadas à energia são obsoletas e antiquadas.

#### 8) *Patrocine Professores Visitantes*

O patrocínio de cursos nas universidades, ministrados por professores visitantes para incorporar especialistas da indústria no processo de ensino e aprendizagem, é extremamente importante porque os estudantes se beneficiam do conhecimento e experiência profissional através de palestras e interação em salas de aula. Cursos bem sucedidos podem variar de uma semana até um ano, ou mais.

#### 9) *Participe de Feiras de Emprego e Recrutamento*

Os empregadores devem considerar a participação em feiras profissionais (“*career fairs*”) como mais do que simplesmente distribuir novidades eletrônicas (“*gadgets*”), mas principalmente como uma oportunidade de atrair e contratar candidatos qualificados. Há um fabricante que participa regularmente de feiras de carreiras de engenharia, onde engenheiros praticantes participam em sala de aula como instrutores convidados, discutindo diversos assuntos. Dois exemplos de palestras são fornecidos nos parágrafos seguintes.

A primeira palestra sobre projetos de relés de proteção foi dada em um curso de análise de sistemas de potência. O palestrante descreveu a eletrônica, o processamento de sinais e a lógica da proteção necessária para implementar um elemento simples de sobrecorrente de tempo inverso em um relé de proteção.

A palestra abrangeu escala de sinais, teoria do sistema de amostragem de dados, projeto eletrônico, filtragem digital, cálculos de magnitude e ângulo, lógicas programáveis, lógicas de selo de trip e fechamento, e operação dos contatos de entrada e saída (I/Os).

A segunda palestra foi sobre a capacidade de chaveamento de contatos metálicos e foi dada em um curso de eletrônica de potência. A classe aprendeu porque os contatos metálicos têm problemas na interrupção de corrente cc e como melhorar a sua capacidade de fazer isso.

Em seguida às duas palestras, os estudantes permaneceram depois da apresentação para fazer perguntas e conversar com o palestrante convidado. Este contato resultou em entrevistas com cinco estudantes altamente qualificados que não tinham considerado anteriormente os sistemas elétricos de potência como uma área de interesse.

### B. *O Fabricante Implementa um Programa de Aprendizagem*

Um fabricante de grande porte da indústria de energia implementou um programa de aprendizagem para novos empregados que recentemente tinham se formado em engenharia elétrica. A meta do programa consiste em facilitar o crescimento profissional, técnico e de liderança através de várias atividades de aprendizado nos dois primeiros anos de trabalho; isso permite criar empregados com formação completa, exibindo as qualidades e competências essenciais discutidas nesta seção.

#### 1) *Especialista Técnico*

Embora esta qualidade seja óbvia, a competência é desenvolvida através da instrução do mentor, trabalho de conclusão do curso, trabalho em projetos e tarefas de campo.

#### 2) *Excelente Comunicador*

Muitos engenheiros possuem o necessário conhecimento técnico requerido para as suas respectivas posições. Todavia, há uma qualidade que separa os bons engenheiros dos grandes engenheiros, que é a capacidade de transmitir suas idéias para os outros. Isso inclui escrever artigos, apresentar-se em conferências e até falar efetivamente em reuniões com poucos participantes.

#### 3) *Capacidade de Resolver Problemas / Inovador*

Diariamente, os engenheiros encontram problemas ou desafios e precisam pensar além das fronteiras convencionais, ser criativos e introduzir novas soluções ou abordagens para os problemas. Eles são incentivados a serem criativos ainda que sua idéia possa falhar.

#### 4) *Baseado em Valores (“Value Driven”)*

O fabricante envolvido com este programa de aprendizagem percebe que os valores e a cultura da empresa são importantes para o sucesso do seu negócio, e que o mentor é um exemplo a ser seguido pelo aprendiz.

O programa de dois anos inclui treinamento formal, orientação e trabalho de campo para facilitar a aprendizagem e o desenvolvimento. Os aprendizes recebem uma linha de treinamento formal baseada em cursos técnicos e não-técnicos, começando com fundamentos dos sistemas de potência. Os aprendizes têm como parceiros os engenheiros de nível sênior, que são os seus mentores pessoais durante o programa. Os mentores não são apenas especialistas técnicos, mas também grandes líderes e excelentes comunicadores. O programa é estruturado de forma que a aprendizagem seja uma parte do trabalho, e não fora do trabalho. O trabalho de campo fornece oportunidades diárias para os aprendizes aplicarem aquilo que aprenderam na sala de aula e com o seu mentor dentro do contexto da descrição do seu serviço.

### C. *A Concessionária Proporciona Cursos para Aprendizes e Pré-Aprendizes para Trabalhadores de Linha*

Conforme mencionado anteriormente, os programas de aprendizagem patrocinados pelo empregador normalmente duram cerca de quatro anos. Uma concessionária do oeste dos Estados Unidos estabeleceu programas de aprendizado e de estágios na área elétrica de sua empresa. A posição de estagiário elétrico é um programa de pré-aprendizado que

fornece ao empregado a oportunidade de se tornar um aprendiz com o objetivo final de se tornar um trabalhador capacitado nível “*journey-level*”.

#### 1) Programa de Estagiário Elétrico

Os estagiários elétricos participam de um programa intensivo de treinamento no local de trabalho (“*on-the-job*”). Os elementos básicos do programa de treinamento incluem eletricidade básica, matemática, álgebra, aptidão física, subida em postes, segurança, e treinamento “*on-the-job*”, incluindo experiência com várias equipes elétricas. A duração deste programa de treinamento normalmente é de um ano. Para continuar participando do programa, é necessário ter um progresso satisfatório nas aulas e nas atividades “*on-the-job*”.

#### 2) Programa de Aprendizagem

Os aprendizes trabalham sob a direção de funcionários de nível “*journey-level*”. Conforme mostrado na Fig. 12, o serviço inclui ajudar na construção, manutenção e reparo dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição aéreos e subterrâneos. Os aprendizes preparam e colocam os postes de linha e fixam os cabos; reparam ou substituem os postes danificados ou caídos; selecionam e instalam cruzetas, isoladores, chaves, seccionadores, pára-raios e outros dispositivos em estruturas de madeira e aço; e instalam transformadores, bancos de transformadores e as respectivas conexões nos postes.



Fig. 12. Treinamento “*on-the-job*” para os trabalhadores de linha.

#### D. Desenvolva um Plano para Futuras Necessidades de Trabalho

As empresas precisam efetuar um planejamento das respectivas necessidades futuras de trabalho em um mercado de trabalho cada vez mais competitivo. Conforme estudo realizado em 2005 pela APPA (“*American Public Power Association*”), denominado “*Work Force Planning for Public Power Utilities: Ensuring Resources to Meet Projected Needs*” (Planejamento da Força de Trabalho para as Concessionárias Públicas de Energia: Garantir Recursos para Atender às Necessidades Projetadas), 77% das empresas pesquisadas não tinham um planejamento formal para atender às necessidades previstas da força de trabalho. O relatório

traça um modelo de planejamento da força de trabalho em sete etapas, o qual pode ser usado para abordar as questões da força de trabalho resultantes das aposentadorias previstas [11]. As sete etapas incluem o seguinte:

1. Vincule as necessidades da força de trabalho com o planejamento estratégico.
2. Efetue uma análise da força de trabalho.
3. Identifique as necessidades futuras da força de trabalho.
4. Efetue uma análise das lacunas.
5. Desenvolva uma estratégia.
6. Implemente a estratégia.
7. Monitore, avalie e revise a estratégia.

#### IV. TREINAMENTO PARA A PRÓXIMA GERAÇÃO DE ENGENHEIROS DE SISTEMAS DE POTÊNCIA

Considerando o número projetado de novas contratações combinado com a aposentadoria da força de trabalho experiente, atender à demanda de uma força de trabalho instruída é motivo de preocupação para inúmeras empresas. As empresas com escassez de funcionários experientes ou falta de programas formais de treinamento devem alavancar os programas de treinamento estabelecidos de forma a melhorar as competências técnicas de sua força de trabalho.

Um fabricante oferece um programa de treinamento com cursos para engenheiros, técnicos, especialistas em sistemas de potência e gestores, relacionados à proteção, monitoramento, controle, automação, medição e gerenciamento de sistemas elétricos de potência industriais e de concessionárias (Fig. 13). Até agora, este programa treinou cerca de 12.500 estudantes na indústria de energia.



Fig. 13. Treinando a próxima geração de engenheiros de sistemas de potência.

#### V. CONCLUSÃO

Se não for abordada, a deficiência de especialização no setor de energia elétrica como resultado das aposentadorias iminentes e do envelhecimento da força de trabalho pode ter efeitos catastróficos para o sistema elétrico de potência nacional e para a sociedade.

O aspecto positivo do problema é que os cursos para os trabalhadores de linhas de transmissão de energia elétrica das concessionárias estão aumentando continuamente e

fornecendo uma perspectiva promissora de oportunidades de carreira para substituir os indivíduos que estão se aposentando. Da mesma forma, as posições de engenharia na indústria de energia estão em alta demanda, e as oportunidades de emprego são boas para os estudantes universitários deste mercado.

Como uma indústria, devemos informar as oportunidades para esses engenheiros potenciais e enfatizar o importante papel que eles vão desempenhar no fornecimento seguro e confiável de energia elétrica. Precisamos deixar claro que os fundamentos de engenharia aprendidos na escola são aplicáveis em suas carreiras e que eles serão continuamente desafiados a aprender, inovar e suportar o estado-da-arte da tecnologia para aumentar a capacidade atual dos sistemas de potência, visando atender às necessidades futuras.

Trabalhe em conjunto com o departamento de recursos humanos de sua empresa para ver o que está sendo feito para analisar a força de trabalho, planejar as aposentadorias pendentes e novas contratações, e preencher as lacunas de conhecimento. Quando do recrutamento de empregados, analise criteriosamente as atividades de *benchmarking* para garantir que os salários sejam competitivos e atrativos para os novos contratados. Aumente seu conhecimento entrando em contato com as empresas que já implementaram programas de orientação e de estágios. Contate faculdades e universidades de forma a se envolver com os conselhos consultivos da indústria, participe de feiras de emprego, ou seja um palestrante convidado.

## VI. REFERÊNCIAS

- [1] Black & Veatch, “Third Annual Strategic Directions in the Electric Utility Industry Survey,” 2008. Available: [http://www.bv.com/Downloads/Resources/rsrc\\_EMS\\_BVStrategicDirectionsSurvey.pdf](http://www.bv.com/Downloads/Resources/rsrc_EMS_BVStrategicDirectionsSurvey.pdf).
- [2] U.S. Power and Energy Engineering Workforce Collaborative, “Preparing the U.S. Foundation for Future Electric Energy Systems: A Strong Power and Energy Engineering Workforce,” April 2009. Available: <http://www.cewd.org/documents/USPowerEnergy.pdf>.
- [3] U.S. Department of Energy, “Workforce Trends in the Electric Utility Industry,” a report to the U.S. Congress pursuant to Section 1101 of the Energy Policy Act of 2005, August 2006. Available: [http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/Workforce\\_Trends\\_Report\\_090706\\_FINAL.pdf](http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/Workforce_Trends_Report_090706_FINAL.pdf).
- [4] “Who Are the Boomers?” Deloitte Consulting LLP, 2007. Available: [http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us\\_consulting\\_hc\\_boomerprofile\\_050207.pdf](http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us_consulting_hc_boomerprofile_050207.pdf).
- [5] “Who Are Generation X?” Deloitte Consulting LLP, 2007. Available: [http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/us\\_consulting\\_hc\\_genX\\_profile\\_050207.pdf](http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/us_consulting_hc_genX_profile_050207.pdf).
- [6] “Who Are the Millennials? a.k.a. Generation Y,” Deloitte Consulting LLP, 2007. Available: [http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/us\\_consulting\\_millennialfactsheet\\_080606.pdf](http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/us_consulting_millennialfactsheet_080606.pdf).
- [7] U.S. Department of Labor, Bureau of Labor and Statistics, “Occupational Outlook Handbook: Line Installers and Repairers,” 2010–2011 ed. Available: <http://www.bls.gov/oco/ocos195.htm>.
- [8] “Power Industry Workforce for the Future,” panel discussion at the IEEE Power Engineering Society Power Systems Conference and Exposition, Atlanta, GA, 2006.
- [9] U.S. Department of Labor, Bureau of Labor and Statistics, “Career Guide to Industries,” 2010–2011 ed. Available: <http://www.bls.gov/oco/cg/cgs018.htm>.
- [10] “Meeting the National Demand for a Skilled Energy Workforce: A Growth Opportunity for Eastern and Central Washington,” prepared by

the Office of Senator Maria Cantwell, April 12, 2003. Available: <http://cantwell.senate.gov/news/record.cfm?id=243415>.

- [11] American Public Power Association, “Work Force Planning for Public Power Utilities: Ensuring Resources to Meet Projected Needs,” Washington, DC, 2005. Available: <http://www.appanet.org/files/PDFs/WorkForcePlanningforPublicPowerUtilities.pdf>.

## VII. BIOGRAFIAS

**Amy Grice** recebeu seu BS em engenharia elétrica em dezembro de 2002 e um “Master of Engineering and Technology Management em 2008” da Washington State University. Ela ingressou na Tacoma Power em janeiro de 2003 como engenheira no departamento do SCADA (“supervisory control and data acquisition”). Atualmente, Amy é uma engenheira sênior no departamento de proteção e controle e gerencia o programa de estágios em engenharia da Tacoma Power, recrutando e treinando os estagiários.

**Jackie M. Peer** tem um BS em engenharia elétrica da Washington State University (WSU). Em 1996, ela ingressou na Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. (SEL) como engenheira de aplicação. Gerenciou a engenharia de distribuição nas áreas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e marketing de produtos; atualmente, é gerente de P&D para soluções de comunicação e precisão dos tempos. Antes de ingressar na SEL, trabalhou na “U.S. Army Corp of Engineers” em uma instalação hidroelétrica. É membro da “American Marketing Association”, IEEE e IEEE WIE (Women in Engineering) e membro sênior da “Society of Women Engineers”. Ela também faz parte do “WSU Electrical Engineering and Computer Science Industry Advisory Board”.

**Greg T. Morris** tem um MBA da University of Phoenix e um BS em matemática da Ottawa University. Ele ingressou na Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. (SEL) em dezembro de 2001 como gerente comercial da SEL University. Atualmente, é o diretor regional de vendas e serviços para a SEL/região oeste. Antes de trabalhar na SEL, Greg trabalhou para a Honeywell, Inc. por 25 anos no grupo de soluções de automação e controle, onde sua última atribuição foi como diretor de serviços de informações e treinamentos. Greg é membro da “Manufacturers’ Agents National Association”.