

# 1 Introdução

## 1.1 Energia no mundo e no Brasil

O homem consome energia para seu conforto desde os primórdios da civilização, mas até o início do século XVIII a preocupação com o gerenciamento energético não era de grande urgência pois o consumo era em grande parte utilizada para o indivíduo e principalmente para subsistência, como exemplo pode-se citar a tração animal para agricultura, queima de óleos e outros para o preparo de alimentos, energia eólica para navios e força humana.

Com a evolução científica e tecnológica na Europa que se iniciou com o iluminismo e culminou na revolução industrial durante os séculos XVIII e XIX o consumo energético mundial explodiu, principalmente para atender as indústrias que surgiam. A partir daí começou a busca do homem por fontes de energia baratas com o objetivo de diminuir os custos de produção, a alternativa que se encontrou durante estes séculos foi a queima de madeira e carvão mineral por serem fontes abundantes e baratas na Europa e Estados Unidos.

Ao fim do século XIX a descoberta da extração de querosene a partir do petróleo por Ignacy Lukasiewicz [1] e da destilação fracionada por Benjamin Silliman [2] colocaram o petróleo como opção energética, porém só na metade do século XX, impulsionado pela indústria automobilística e pelos avanços logísticos e tecnológicos trazidos por ela, o petróleo superou o carvão no consumo mundial de energia, tornando-se a principal fonte de energia da humanidade.

A crise do petróleo dos anos 70 e o aumento da preocupação da sociedade com o meio ambiente a partir dos anos 80 colocou em dúvida o petróleo como principal fonte de energia. O século XXI trouxe consigo a atenção da sociedade para o aquecimento global, colocando a queima de combustíveis fósseis como um dos principais responsáveis por este fenômeno, fazendo com que aumentasse a pressão pública pelo uso de fontes energia renováveis e menos poluentes. Porém esse é um grande desafio, já que é necessário achar fontes energéticas menos poluentes e que possuam um custo comparável ao do petróleo.

O mundo hoje tem um consumo anual de 138,32 TWh, sendo previsto para 2015 o consumo de 161,77 TWh e para 2030 198,70 TWh um aumento de 44% em cerca de 20 anos, sendo 73% desse valor é justificado pelo aumento do consumo em países que não fazem parte da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento, entre os países não membros está o Brasil [3].

O Brasil possui uma forte dependência por usinas hidrelétricas na sua matriz energética, recentemente, a falta de chuvas para encher os reservatórios de nossas usinas levaram o país a atravessar um forte crise de oferta de energia elétrica tendo de adotar medidas extremas como o racionamento de energia. De modo a evitar que situações como essa se repitam uma sugestão é adotar uma matriz energética mais diversificada tornando-se menos dependente de uma única fonte de energia.

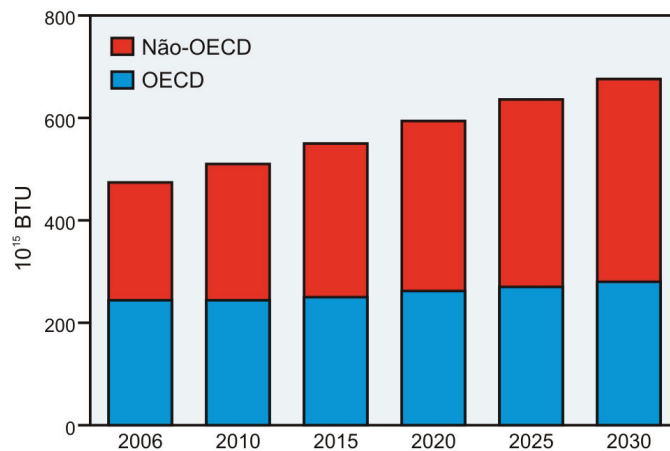


Figura 1.1: Consumo energético mundial 2006-2030

## 1.2

### O desafio ambiental

Atualmente, uma das principais adversidades enfrentadas pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento é como promover o progresso com o mínimo de impacto possível no meio ambiente. A geração de energia está muito relacionada com os problemas ambientais atuais, isso se deve a forte dependência da sociedade contemporânea por fontes de energia poluentes, e.g. combustíveis fósseis, até mesmo fontes não poluentes mas que causam grande impacto ambiental, e.g. energia hidrelétrica e energia nuclear. Portanto este novo cenário energético, abriu espaço para o investimento em fontes de energia alternativas que fossem menos prejudiciais ao meio ambiente, como exemplo podemos citar os biocombustíveis, energia eólica e energia solar. A figura 1.2 exibe a divisão da produção de energética mundial até o ano de 2030 (Previsão).

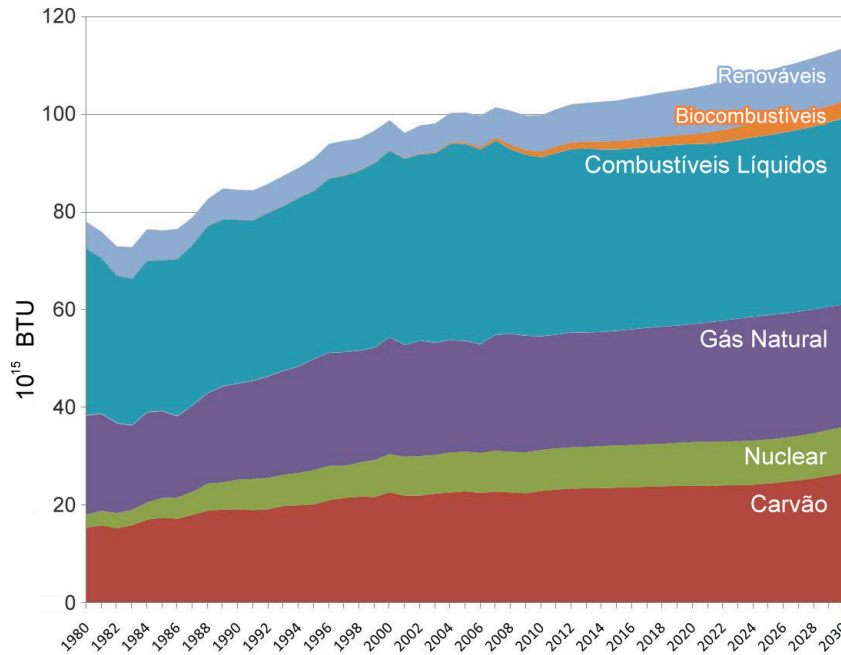


Figura 1.2: Divisão da produção energética mundial 1980-2030

Entretanto estas fontes de energia não são ainda tão competitivas economicamente quanto o petróleo, o que gera dificuldades no curto prazo para a sua adoção, porém deverá acontecer no longo prazo, já que o petróleo é uma fonte não renovável de energia. A pressão da sociedade por soluções energéticas mais amigáveis ao meio ambiente pode acelerar o desenvolvimento tecnológico de geração de energia a partir de fontes renováveis, levando a aceleração do seu processo de adoção. O Brasil vem se destacando ultimamente por seu pioneirismo na área de biocombustíveis com forte apoio da empresa Petrobras.

### 1.3 Energia solar

A luz e calor do sol são as fontes de energia mais antigas que possuímos e uma das mais abundantes. Atualmente há uma grande variedade de tecnologias que podemos utilizar para aproveitar a energia solar, estas incluem coletores solar de concentração, sistemas de aquecimento e sistemas fotovoltaicos.

Uma das grandes vantagens da energia solar é sua versatilidade, já que o sol está disponível em todo o globo terrestre. Sua utilização é possível em larga escala quanto em sistemas pequenos, em uma casa por exemplo, o que a torna um atrativo comercial para indústrias que podem usar a energia solar para diversificar sua matriz energética, podendo diminuir custos e a dependência de outras fontes de energia.

Recentemente, por se tratar de uma fonte de energia não poluente e que não gera resíduos, ela ganhou uma atenção privilegiada devido ao crescimento da preocupação da sociedade com o meio ambiente, embora tenha de ser levado em consideração o custo ambiental da produção da tecnologia que se utilizará para aproveitar a energia solar.

### 1.3.1

#### Energia fotovoltaica

A energia fotovoltaica diz respeito ao fenômeno de conversão de luz em eletricidade. Essa conversão é feita através de um dispositivo semicondutor conhecido como célula fotovoltaica. Célula solar é a denominação dada ao dispositivo fotovoltaico projetado para converter a radiação solar em energia elétrica. O primeiro dispositivo fotovoltaico foi construído em 1873 por Willoughby Smith, que notou a ocorrência de condução elétrica no Selênio quando submetido a luz [4]. Porém a célula solar como conhecemos hoje só foi descoberta em 1954 por Daryl Chapin, Calvin Fuller, and Gerald Pearson nos laboratórios da companhia Bell Telephone, ela foi construída a partir de silício e tinha eficiência de 4% [5]. Nos anos seguintes esta tecnologia foi utilizada principalmente para aplicações espaciais.

O interesse comercial por células solares em aplicações terrestres começou no início da década de 70 quando houve a crise do petróleo e iniciou uma série de investimentos em fontes de energia alternativas. Uma delas foi a energia fotovoltaica, esses recursos viabilizaram a pesquisa na produção de materiais e dispositivos semicondutores mais baratos e com maior eficiência. Esta década também trouxe avanços consideráveis no campo científico, o conhecimento atual sobre conversão fotovoltaica está baseado principalmente nas descobertas realizadas durante essa época.

Os anos 90 trouxe consigo a urgência na solução dos problemas ambientais no mundo, isso levou a um novo ciclo de investimentos em células solares. Ao fim desta década o crescimento da produção mundial de dispositivos fotovoltaicos estava entre 15% e 20% e vem aumentando exponencialmente desde então [6]. Os países líderes na utilização desta tecnologia são a Alemanha e Espanha que contam com políticas de incentivo ao uso de energia solar. A figura 1.3 demonstra a evolução da capacidade instalada por região [6].

O cenário atual é bastante favorável a proliferação da energia fotovoltaica, muitos governos estão indicando que irão adotar incentivos para produção de células solares, inclusive os Estados Unidos da América, um dos maiores mercados do mundo e um dos mais resistentes. Para os próximos cinco anos é esperada uma explosão exponencial no consumo de painéis solares em diversos

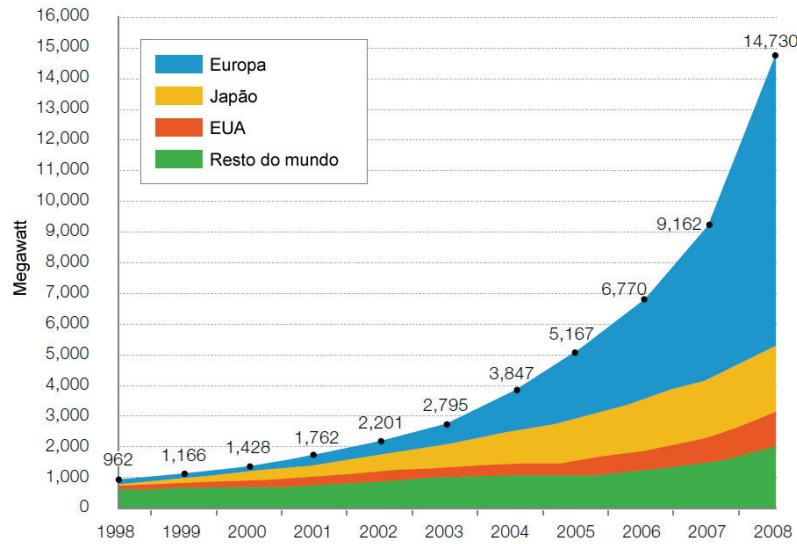


Figura 1.3: Potência instalada de fotovoltaicos por região

países da Europa, Estados Unidos, Japão, Coréia do Sul, China e Índia [6]. O Brasil tem uma geografia especialmente privilegiada para aplicações fotovoltaicas, a maior parte do nosso território está posicionado na zona tropical que é justamente a área de maior insolação terrestre.

#### 1.4 Motivação e objetivos

O aquecimento do mercado de dispositivos fotovoltaicos atrai a atenção de investidores e aumenta a competição entre as empresas e países envolvidos, com isso se torna fundamental e estratégica a pesquisa por novas tecnologias que possam tornar as células solares mais baratas e eficientes. Esta dissertação se insere como um trabalho de pesquisa para contribuir no avanço tecnológico do Brasil nesta área.

A falta de ferramentas computacionais que auxiliem no projeto de dispositivos fotovoltaicos com poços quânticos fornece a característica de pioneirismo necessária a uma pesquisa acadêmica e a posição em liderança de novas tecnologias, servindo de incentivo para a realização deste trabalho.

Nesta dissertação será realizado um estudo teórico de células solares com poços quânticos de GaAs/AlGaAs, o objetivo principal é o desenvolvimento de uma metodologia baseada em algoritmos genéticos que auxilie na análise e projeto destes dispositivos. Uma outra meta é a obter uma avaliação da eficácia da inserção de poços quânticos em células solares e propor diretrizes e modificações tecnológicas para a construção de uma célula solar com poços

quânticos otimizada.

## 1.5

### Organização da dissertação

Este trabalho é dividido na seguinte forma:

No capítulo 2 é apresentado uma revisão teórica sobre células solares, explicando os principais conceitos e fenômenos físicos envolvidos e discutindo alguns limites teóricos de eficiência.

O capítulo 3 possui o desenvolvimento do modelo de células solares com poços quânticos, ainda nesse capítulo é proposto um modelo para um novo tipo de células solares com poços quânticos.

No capítulo 4 é demonstrado como foi realizado o cálculo de alguns parâmetros necessário ao modelo.

No capítulo 5 é proposta uma metodologia baseada em algoritmos genéticos para análise e projeto de células solares com poços quânticos, ainda neste capítulo se demonstra o resultado obtido pela aplicação do método discutindo cada experimento realizado.

No capítulo 6 são expostas as conclusões deste trabalho apontando diretrizes e trabalhos futuros.