

1 Introdução

1.1 Motivação

O consumo de energia elétrica vem crescendo ao longo dos anos, crescimento este que teve seu ponto culminante após a Segunda Guerra Mundial, causado pela expansão das técnicas construtivas e pela abundância de combustível barato. Os novos edifícios, por sua vez, eram caixas de vidro em que não havia preocupações com o consumo de energia. O *International Style*, estilo arquitetônico das décadas de 1920 e 1930, que primava pela arquitetura funcionalista e cujo estilo era facilmente adaptável a todos os países, foi banalizado. Fatores importantes como o conforto térmico e acústico e a iluminação natural passaram a ser deixados de lado, uma vez que os mesmos passaram a ser oferecidos através do uso de condicionadores de ar e de iluminação artificial, sem sequer procurar adaptar a construção ao seu entorno. Preocupações ecológicas também não eram relevantes.

Porém, na década de 70, houve um grande aumento no preço do petróleo, causando a primeira crise de energia. Surgiram ramos na arquitetura compostos por alguns arquitetos preocupados com o alto consumo de energia e com a desconsideração referente às questões de conforto. Tais ramos são (Corbella2003):

1. “Arquitetura Solar”, que objetivava incorporar a energia solar às edificações;
2. “Arquitetura Bioclimática”, que buscava integrar a edificação ao clima local, revalorizando as questões outrora esquecidas de conforto ambiental – que abrange conforto térmico, acústico e luminoso;
3. “A Arquitetura Sustentável”, que é “a continuidade mais natural da Bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrando as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as futuras gerações.”

A arquitetura sustentável avalia a energia que é consumida nos sistemas de climatização e iluminação artificial das edificações, estuda novas tecnologias para a sustentabilidade ambiental, incluindo materiais e técnicas construtivas, conforto ambiental, eficiência energética, recursos para a construção e operação da edificação. Estes pontos são levantados e abordados de forma a auxiliarem na proposição de construções que causem o menor impacto ambiental possível, economizando energia elétrica, aproveitando a insolação, a ventilação e a iluminação natural, e o uso de materiais construtivos de forma mais consciente.

Vários trabalhos foram feitos na área de arquitetura sustentável, como por exemplo, em (Meier2002), em que os autores definem os critérios do que é um edifício eficiente em termos de energia. Em (Gligor2006), são feitas considerações sobre os fatores que levam a um consumo otimizado de energia. Em (Pereira2005), o autor mostra quais os parâmetros de uma construção que têm impacto direto na eficiência energética de uma edificação.

Neste trabalho, pretende-se eliminar o processo de tentativa e erro, por parte do projetista, na definição de parâmetros que devem ser considerados no desenvolvimento de um projeto arquitetônico. Para resolver esta questão, faz-se uso de algoritmos genéticos para se encontrar a melhor configuração para estes parâmetros. Desta forma, busca-se solucionar o problema de custo computacional e de tempo despendido no processo de definição dos parâmetros necessários para a obtenção da melhor solução. Para este fim, utiliza-se um simulador de energia, o EnergyPlus, que é um software desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos – Eficiência Energética e Energia Renovável (U. S. Department of Energy – Energy Efficiency and Renewable Energy). Desenvolvendo um modelo que utiliza o simulador de energia EnergyPlus e algoritmos genéticos, busca-se uma solução que prime por: 1) diminuir o consumo de energia de uma edificação; 2) diminuir o custo com materiais de construção; 3) fornecer melhor solução de localização e orientação de uma edificação em um determinado terreno; 4) fornecer um melhor dimensionamento de aberturas (janelas/portas); 5) fornecer um melhor dimensionamento do pé-direito; 6) fornecer uma melhor especificação de materiais de construção; 7) fornecer uma melhor solução referente a sistemas de condicionamento de ar (para aquecimento ou refrigeração); 8) estudar a melhor distribuição de árvores no entorno da edificação (Barbedo2005, Ooka2008) que, por sua vez, funcionam como anteparo à edificação no que concerne à insolação.

1.2

Objetivos

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo que utiliza Algoritmos Genéticos juntamente com um simulador de cálculo de energia, o EnergyPlus, que

seja capaz de solucionar as seguintes questões:

- tempo despendido no processo de definição dos parâmetros a serem utilizados no simulador;
- alto consumo de energia em uma edificação;
- dimensionamento de aberturas (janelas);
- alto custo de materiais de construção;
- localização e orientação da edificação no terreno;
- dimensionamento de pé-direito visando melhor ventilação;
- condicionamento de ar;
- especificação de materiais;
- disposição, tamanho e número de árvores no entorno da construção.

Para comprovar a eficiência do método desenvolvido, o mesmo será aplicado em estudo de casos.

1.3 Contribuições

Este trabalho oferece uma alternativa para o projeto de uma edificação que possa apresentar benefícios ambientais e ao próprio usuário, tais como:

- melhor aproveitamento da ventilação natural;
- melhor aproveitamento da iluminação natural, por um período mais longo do dia, em relação às edificações tradicionais;
- custo construtivo reduzido;
- melhor dimensionamento e funcionalidade das aberturas (janelas e portas);
- melhor disposição da edificação no terreno, tirando proveito da insolação e do movimento do sol ao longo do ano;
- diminuição do consumo de energia.

1.4

Descrição do Trabalho

O objetivo fundamental deste trabalho é propor e modelar um sistema para otimizar os parâmetros de uma construção com o intuito de minimizar os custos ambientais, de energia e da própria construção. Esta otimização se dá através de algoritmos genéticos (AG), que interagem com um sistema de simulação, o EnergyPlus (EP), que realiza os cálculos necessários para se medir a qualidade das soluções propostas pelo AG.

A pesquisa para o desenvolvimento deste trabalho está estruturada de acordo com os seguintes passos: 1) levantamento do material teórico sobre os temas referentes a conforto ambiental (com maior ênfase ao conforto térmico), arquitetura sustentável, sustentabilidade e eficiência energética; 2) estudo sobre o funcionamento do simulador de energia EnergyPlus; 3) definição do modelo evolucionário; 4) interação entre o simulador e o modelo evolucionário, desenvolvendo um modelo genérico; 5) aplicação do modelo genérico em estudo de casos para que se possa verificar sua eficácia.

O estudo dos temas sobre conforto ambiental (Cruz1974, Cruz1982, Frota2000, Romero2001), arquitetura sustentável (Corbella2003, Gonçalves2006, SueRoaf2006), sustentabilidade (Afonso2006, Agenda1994, Cunha2006) e eficiência energética (Caldas2008, Conner2009, Lamberts1997) consistiu no levantamento de material teórico sobre o assunto, além de material referente ao estudo das soluções arquitetônicas (Brown2007, Montenegro1996, Romero2001, SueRoaf2006) que se pode adotar para resolver os problemas de edificações cujo conforto térmico, sustentabilidade e eficiência energética tenham sido negligenciados.

O estudo do funcionamento do simulador EnergyPlus, baseado em seu manual (Energy2008) fornecido juntamente com o software, permitiu que a definição dos parâmetros e dados necessários para uma correta simulação fosse realizada.

A definição do modelo do algoritmo genético consistiu na definição da representação do cromossomo, da função de avaliação e dos operadores genéticos.

A otimização pode se dar com relação ao consumo de eletricidade seja para iluminação, refrigeração ou aquecimento.

A função de avaliação é o próprio simulador EnergyPlus. Na figura 1.1 apresenta-se um esquema do funcionamento do modelo, para que se tenha uma noção inicial do mesmo. Após modelado o cromossomo, o algoritmo genético, a partir deste cromossomo, cria um arquivo texto que apresenta toda a configuração da construção, incluindo as espessuras das paredes e o dimensionamento das janelas, e gera um arquivo, no formato .idf, que é lido pelo simulador EnergyPlus. Após ler o arquivo .idf, o EnergyPlus realiza a simulação, gerando vários arquivos de relatórios. Um destes arquivos apresenta o consumo de energia para aquecimento

e resfriamento da edificação estudada. De posse destes valores, o AG utilizará este arquivo gerado. Essa é a avaliação do cromossomo.

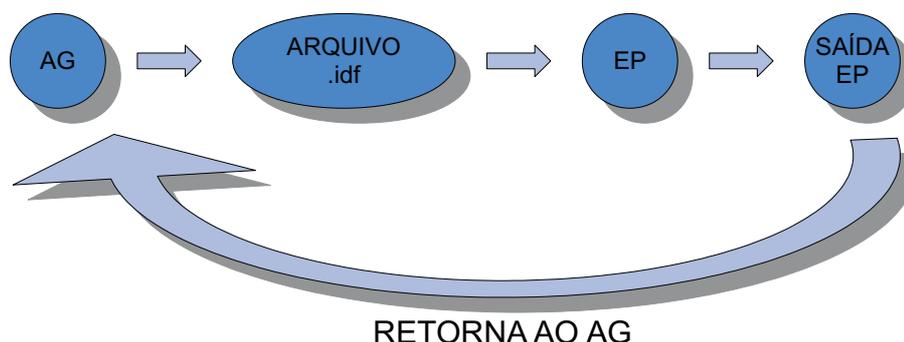


Figura 1.1: Esquema do funcionamento do modelo

Os operadores genéticos utilizados são os operadores de crossover e de mutação.

O estudo de casos auxilia na exemplificação prática da atuação do simulador com o algoritmo genético, baseado nos conceitos de conforto térmico, sustentabilidade e eficiência energética, em que estes conhecimentos são aplicados, e os resultados obtidos são analisados e comparados com a busca aleatória.

1.5

Organização do Trabalho

Esta dissertação está dividida da seguinte forma:

- O capítulo 2 descreve os fundamentos teóricos que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho, em que se dará especial atenção aos temas referentes aos algoritmos genéticos, ao simulador EnergyPlus, aos princípios de sustentabilidade, eficiência energética e conforto térmico.
- O capítulo 3 descreve o modelo ideal que utiliza toda a potencialidade do simulador e apresenta as possíveis variáveis constituintes do cromossomo.
- O capítulo 4 descreve o modelo desenvolvido para este trabalho e estudo de casos em que este modelo é aplicado e se faz as devidas ponderações sobre os resultados obtidos.
- O capítulo 5 descreve as conclusões provindas dos resultados obtidos e sugere os possíveis trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos dentro do tema desta tese.