

# 1 Introdução

Quando utilizamos a Internet, frequentemente fazemos uso de ferramentas de busca que nos auxiliam a encontrar a página web que contém a informação que desejamos. Ao acionarmos o mecanismo de busca, a ferramenta faz uma varredura em sua base de dados e nos informa quais páginas apresentam conteúdo mais relevante de acordo com a informação desejada. É claro que a ferramenta de busca não percorre toda a Internet a cada consulta de usuário: para que seu processo de localização de informações seja eficiente, é necessário que uma grande parcela das páginas web conhecidas tenha sido copiada para seu repositório.

A lista de páginas exibidas no resultado das pesquisas que fazemos nas ferramentas de busca, então, não é na verdade o conjunto de páginas web que efetivamente estejam relacionadas com o termo pesquisado, mas sim o conjunto de páginas web cujas **cópias** armazenadas no repositório da ferramenta de busca estejam relacionadas com o termo.

É fundamental, portanto, que as cópias armazenadas pela ferramenta de busca estejam atualizadas em relação às versões reais, de modo que, ao clicarmos no resultado da pesquisa, sejamos redirecionados para uma página web que apresente relação com termo consultado, e não para uma página que, algum tempo atrás, apresentava conteúdo relacionado à pesquisa, mas que atualmente não tenha mais relação com o objeto desta.

Diversos estudos foram feitos no intuito de buscar mecanismos eficientes de manutenção da atualidade das cópias de páginas web [WNG], [ECK], [OLS], [PAN], [WOF]. Alguns aspectos que foram considerados para priorização de páginas a serem revisitadas (atualizadas) foram o impacto que essas páginas têm no resultado da busca (revisitar mais frequentemente as páginas mais populares) e

a longevidade da informação (considerar a frequência com que as páginas são editadas na origem).

Nosso objetivo nesse trabalho é desenvolver um algoritmo baseado na técnica de aprendizado por reforço para aprender uma política de revisitação de páginas web que seja eficiente no sentido de manter a maior quantidade de cópias fiéis à versão original, pela maior fração possível de tempo.

A técnica de aprendizado por reforço já foi utilizada com sucesso em outros problemas, e se mostrou capaz de alcançar resultados por vezes melhores que as soluções utilizadas por humanos especialistas no ramo. É o caso do exemplo do TD-Gammon [TES], onde uma modelagem de um jogador de gamão, suficientemente bem treinada, superou jogadores humanos experientes.

Esperamos, com esse trabalho, demonstrar ser possível utilizar a técnica também no problema de revisitação de páginas web, fazendo com que um algoritmo de aprendizado por reforço entregue uma política de revisitação que seja ao menos tão boa quanto à alcançada por algoritmos clássicos de revisitação.

### **1.1. Contribuições**

Neste trabalho foi desenvolvido um método, baseado em aprendizado por reforço, que utiliza Q-Learning e que considera características como o tempo desde a última revisitação e uma estimativa de intervalo entre edições das páginas para determinar a sequência na qual páginas devem ser revisitadas.

A simulação foi realizada sobre um ambiente de testes, criado especificamente para este projeto. Neste ambiente, foram utilizadas versões simplificadas de páginas, que se comportam respeitando um processo de Poisson para determinação dos instantes de edição, e também um conjunto de dados levantados de páginas da Wikipédia, obtidos de [SZA].

Para avaliar os resultados alcançados foram implementadas heurísticas utilizando critérios disponíveis na literatura, e seus resultados serviram de base para comparações. As heurísticas utilizadas foram: *ordem sequencial*, *ordem aleatória* e *ordem totalmente aleatória*. [CHO]

Foram realizados testes sobre um conjunto simulado de páginas, sobre as quais o analista tinha total controle das informações de edição e atualização. Nesse conjunto de páginas, a política obtida com o treinamento por aprendizado por reforço alcançou o limite teórico calculado, de acordo com o determinado em [WNG].

Os testes que utilizaram informações sobre as edições de páginas da Wikipédia não tinham como ser comparados com o limite teórico. Dessa forma, as comparações foram feitas com os resultados alcançados pelos algoritmos clássicos de revisitação. Nessas comparações, a política determinada pelo algoritmo de aprendizado por reforço alcançou resultados tão bons quanto aos dos algoritmos clássicos, com diferenças de cerca de 1 a 2 %, para mais ou para menos.

Esses resultados evidenciam que é possível utilizar algoritmos de aprendizado por reforço para o problema de revisitação de páginas web, e que existe espaço para maiores contribuições no assunto, com o uso de funções de aprendizado mais elaboradas e melhor representação das características do ambiente na modelagem do estado do sistema.

## 1.2. Organização do documento

O restante deste trabalho está estruturado da seguinte forma.

No **Capítulo 2** são apresentados os conceitos principais envolvidos no problema de manutenção de atualidade de uma base de dados. Tem como objetivo definir o ambiente sobre o qual a proposta do trabalho é feita. São apresentados também alguns trabalhos relacionados.

Em seguida, o **Capítulo 3** traz uma introdução sobre aprendizado por reforço, trilhando um rápido caminho pelos tópicos necessários para a compreensão da solução proposta para o trabalho.

Já no **Capítulo 4**, apresenta-se em detalhes a modelagem feita do problema apresentado no capítulo 2, e a solução proposta pelo trabalho, utilizando as ferramentas introduzidas no capítulo 3.

O **Capítulo 5** apresenta a implementação realizada para validação da proposta de solução, seus pontos de definição e as convenções adotadas. São apresentados também os testes realizados com conjuntos de dados simulados e reais. É mostrada ainda uma análise comparativa dos resultados obtidos nos testes, apontando as vantagens e desvantagens obtidas pela solução proposta no trabalho.

Finalmente, no **Capítulo 6** são tecidas as considerações finais sobre o trabalho, e apresentadas as oportunidades de melhoria vislumbradas para trabalhos futuros.