

A viabilidade do uso de um sistema distribuído baseado na tecnologia *blockchain* para o compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde

Antônio R. F. Rios¹, Lucas B. Figueira²

^{1,2}Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto (Fatec)
Ribeirão Preto, SP – Brasil

¹antonio.rios@fatec.sp.gov.br, ²lucas.figueira@fatec.sp.gov.br

Resumo. *O surgimento de doenças complexas é cada vez mais comum, tornando necessária a abordagem multidisciplinar na condução de tratamentos médicos. Logo, há a necessidade do compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde. Diante disso, esta pesquisa objetivou avaliar a viabilidade do uso de um sistema distribuído baseado na tecnologia blockchain para o compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde, visto que sistemas distribuídos eliminam a necessidade de um controle central, garantindo que os dados estejam altamente disponíveis aos diversos profissionais da saúde, além do próprio paciente, em qualquer momento e lugar.*

Abstract. *The emergence of complex diseases is increasingly common, requiring a multidisciplinary approach in the conduct of medical treatment. Therefore, there is a need for sharing medical information of patients among health professionals. In view of this, this research aimed to evaluate the feasibility of using a distributed system based on blockchain technology for sharing medical information of patients among health professionals, since distributed systems eliminate the need for a central control, ensuring that data is highly available to the various health professionals, besides the patient himself, at any time and place.*

1. Introdução

A abordagem multidisciplinar na condução de tratamentos médicos é cada vez mais necessária, visto que o surgimento de doenças complexas é uma realidade. Diante disso, há a necessidade do compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde. Ao longo das últimas décadas, houve a informatização de diversas áreas e a da saúde foi uma delas, contribuindo para a evolução da interação entre esses profissionais, pois o uso de sistemas informáticos traz benefícios como praticidade e redução de tempo no compartilhamento de dados.

Atualmente, sistemas informáticos são amplamente utilizados na área da saúde, mas geralmente esses sistemas não se comunicam diretamente entre si, pois cada instituição (laboratórios, clínicas e hospitais, por exemplo) possui o seu próprio sistema. Assim, o compartilhamento de informações depende de cada agente envolvido na condução do tratamento, podendo gerar problemas como demora, inconsistência e omissão de dados ao requisitante. Diante disso, esta pesquisa propõem a adoção de um

sistema distribuído para o compartilhamento independente, amplamente acessível e altamente disponível de informações médicas de pacientes.

Sistemas distribuídos não são bem vistos quando se deseja garantir a integridade da informação, pois não há nesses sistemas um elemento intermediário para o controle de transações. O compartilhamento de informações médicas precisa dessa garantia, pois é imprescindível tanto para os profissionais quanto para os pacientes que as informações sejam condizentes com os fatos. Portanto, para analisar a viabilidade do uso de um sistema distribuído para a finalidade proposta por esta pesquisa, buscou-se responder à questão: como garantir a integridade de um sistema distribuído para possibilitar a sua adoção no compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde?

Para isso, esta pesquisa analisa como a tecnologia *blockchain* pode solucionar o problema da falta de garantia de integridade em sistemas distribuídos, viabilizando a adoção desse tipo de sistema no compartilhamento de informações médicas. No entanto, demais características necessárias para a implementação de fato desse sistema não são abordadas, como a criptografia de dados, as restrições de acesso a esses dados e a comprovação de identidade de cada usuário do sistema.

Diante da crescente necessidade da abordagem multidisciplinar na condução de tratamentos médicos e do avanço tecnológico, é importante a proposição de melhorias na forma de interação entre profissionais da saúde. Nesse sentido, esta pesquisa sugere o desenvolvimento de um sistema com grande potencial de adesão de profissionais da saúde, devido a sua independência de um controle central, alta disponibilidade e integridade, contribuindo, assim, para a evolução da multidisciplinaridade na condução de tratamentos médicos.

Foi realizado levantamento de informações em livros e artigos com as temáticas que seriam cruzadas na pesquisa, que são a tecnologia *blockchain* e a abordagem multidisciplinar na condução de tratamentos médicos. Após análise preliminar, foi discutido a viabilidade da aplicação da tecnologia *blockchain* no desenvolvimento de um sistema distribuído para o compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde.

2. Materiais e Métodos

2.1. Visão sobre o tratamento médico multidisciplinar

O tratamento de um paciente conduzido por profissionais da saúde de diferentes áreas de atuação se torna mais eficiente quando há um plano de cuidados interdisciplinar por trás do compartilhamento de informações do tratamento. "O plano de cuidados multidisciplinar amplia o conceito de um plano de cuidados médica ou de enfermagem e sugere um modelo interdisciplinar e abrangente de atendimento ao paciente" [Chulay e Burns 2012].

Segundo Chulay e Burns (2012), o plano de cuidados multidisciplinar visa agilizar a alta do paciente. Isso é alcançado por meio de, entre outros, pedidos de exames, prescrição de medicamentos e indicação de tratamentos coadjuvantes. Com isso, há o envolvimento de profissionais da saúde de diferentes áreas de atuação, caracterizando a multidisciplinaridade. Portanto, é fundamental o compartilhamento confiável das

informações médicas do paciente geradas nessa interação para garantir agilidade e assertividade no tratamento.

A comunicação entre profissionais da saúde de diversas especialidades durante o tratamento do paciente ocorre pela necessidade de uma abordagem multidisciplinar. Essa abordagem é ampla, como prescrição de fisioterapia, apoio psicológico, procedimentos cirúrgicos, solicitação de exames laboratoriais, entre outros. Isso gera uma melhora na qualidade dos cuidados ao paciente e na evolução do seu tratamento médico.

Com o surgimento de doenças complexas, há a necessidade do envolvimento de diferentes especialistas na abordagem clínica. Isso permite que a assistência ao paciente seja mais assertiva, pois há troca de conhecimento e experiências entre os profissionais. De fato, a abordagem multidisciplinar para o tratamento de doenças complexas é altamente desejável. Assim, a soma das especialidades permite a elaboração de um tratamento bem direcionado [Gomes, Almeida e Braile 2010].

É de grande importância o envolvimento de profissionais da saúde de diferentes áreas de atuação na condução do tratamento do paciente, pois "é esse processo, com várias áreas comunicando-se e colaborando em torno das necessidades do paciente, que cria benefícios para eles" [Chulay e Burns 2012].

A informatização dos registros médicos consolidada já há alguns anos, tornou atrativa a abordagem multidisciplinar no tratamento médico do paciente. Não se trata de dizer que sem a informatização isso não era possível, mas que sem ela o compartilhamento de informações médicas é lento e restrito, podendo inclusive, por exemplo, ocorrer a perda de informações durante a manipulação dos registros. Já com os registros eletrônicos, passou-se a ter mais controle sobre as informações geradas ao longo do tratamento.

“Com o crescente uso de registros eletrônicos de saúde, os planos de cuidados ou percursos multidisciplinares estão evoluindo de diversas formas, com as instituições trocando o papel por formatos eletrônicos. Alguns destes se assemelham à versão impressa. Outras instituições poderão incorporar partes do percurso em fluxogramas eletrônicos variados (p. ex., prescrições, avaliações, intervenções, informação, resultados, planos de cuidados específicos). Independentemente do formato específico, os planos de cuidados multidisciplinares são utilizados por uma vasta gama de áreas” [Chulay e Burns 2012].

Os planos de cuidados multidisciplinares estão em evolução devido à substituição do papel por formatos eletrônicos de registro de dados médicos de pacientes. Para atender suas necessidades específicas, cada instituição defini sua forma de registro. De qualquer forma, a informatização traz flexibilidade, permitindo que uma infinidade de áreas possa fazer uso de registros eletrônicos de saúde.

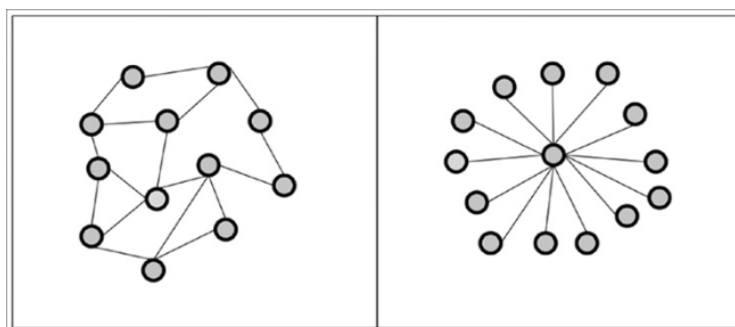
Portanto, a comunicação entre profissionais da saúde de diferentes especialidades com o objetivo de oferecer um tratamento médico mais ágil e assertivo ao paciente, é uma prática cada vez mais necessária, principalmente devido ao surgimento das doenças complexas. Logo, é indiscutível que a adoção de registros eletrônicos propicia a aplicação de forma organizada e ampla da multidisciplinaridade no atendimento ao paciente. Nesse sentido, é possível a discussão de novas abordagens tecnológicas a fim de melhorar ainda mais o uso de registros eletrônicos para o compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde.

2.2. Visão sobre o *blockchain*

A tecnologia *blockchain* foi criada para solucionar o problema da falta de garantia de integridade em sistemas distribuídos, pois nesse tipo de sistema não há um elemento intermediário entre os nós para o controle de transações, ou seja, os nós se comunicam entre si livremente. Assim, "o *blockchain* pode ser considerado uma ferramenta para prover e manter a integridade de sistemas distribuídos" [Drescher 2018].

A ausência de um intermediário para o controle de transações inviabiliza o uso de sistemas distribuídos em situações em que a integridade dos dados é fundamental, como no compartilhamento de informações médicas. Com isso em vista, a tecnologia *blockchain* trouxe uma forma eficaz de garantir essa integridade, gerando o interesse, desde então, pela desintermediação. Portanto, o *blockchain* soluciona o principal problema dos sistemas distribuídos: a ausência do elemento intermediário presente nos sistemas centralizados, que dentre outras atribuições, garante a integridade da informação [Drescher 2018].

Um sistema distribuído funciona de forma autônoma, ou seja, o tráfego de dados entre os nós ocorre de forma direta. O elemento intermediário presente nos sistemas centralizados controla as transações entre os nós, garantindo a integridade do sistema. Na ilustração abaixo pode-se perceber a diferença entre a arquitetura de um sistema distribuído e um centralizado.



(Fonte: Drescher, 2018)

Figura 1. Diferença entre arquitetura de um sistema distribuído (à esquerda) e um centralizado (à direita).

Na ilustração acima cada círculo representa um nó no sistema, sendo que na arquitetura centralizada existe um nó central (elemento intermediário), chamado de servidor. Já na arquitetura distribuída os nós estão ligados diretamente uns aos outros. Nota-se que na arquitetura centralizada caso o nó central pare funcionar, todo o sistema para.

“*Blockchains* são ferramentas eficazes porque criam sistemas honestos que se corrigem, sem necessidade de uma terceira parte para fazer cumprir as regras. Eles realizam a aplicação das regras por meio de seu algoritmo de consenso. No mundo do *blockchain*, consenso é o processo de desenvolver um acordo entre um grupo de acionistas frequentemente desconfiados” [Laurence 2019].

É o algoritmo de consenso que determina as regras a serem seguidas pelos nós. É dessa forma que o *blockchain* elimina a necessidade de uma terceira parte impor o

cumprimento de regras pelos demais nós, ou seja, é o algoritmo de consenso que substitui o elemento intermediário presente nos sistemas centralizados.

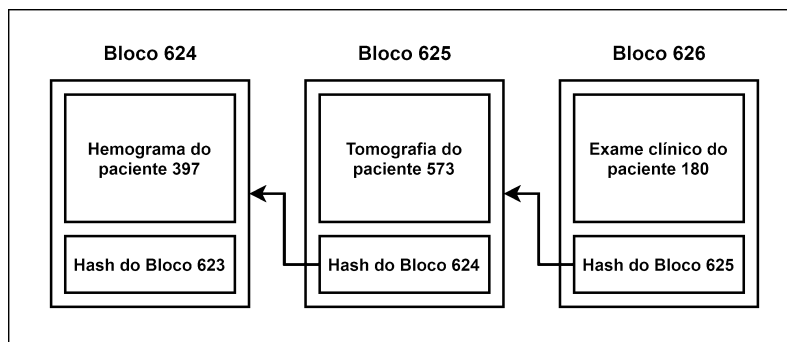
A solução da tecnologia *blockchain* para garantir a integridade da informação é impedir a alteração dos dados inseridos em sua estrutura, conforme Laurence (2019) afirma ao dizer que quando um dado é inserido em um sistema baseado na tecnologia *blockchain*, esse dado torna-se praticamente imutável, pois sua alteração depende da concordância da maioria dos nós, que sempre devem negar tal procedimento. Portanto, essa é uma das principais características do *blockchain*, permitir apenas a inserção e leitura dos dados.

A inviabilidade de se fazer alterações nos dados armazenados em um sistema distribuído baseado na tecnologia *blockchain*, se deve pela negativa da maioria dos nós em autorizar essas alterações em suas próprias estruturas, já que cada nó possui uma cópia de todos os dados. Assim, temos "uma estrutura de dados *blockchain* que só permite concatenação: é possível adicionar novas transações, mas é praticamente impossível alterar dados adicionados anteriormente" [Drescher 2018].

Transações adicionadas em uma estrutura de dados *blockchain* não podem ser alteradas posteriormente, pois a maioria dos nós participantes do sistema negam qualquer modificação que seja inserida pela minoria. Assim, por exemplo, se um dos nós participantes modificar algum dado armazenado em sua estrutura e submeter essa alteração aos demais nós, eles não aceitarão essa alteração em suas próprias estruturas, tornando a estrutura do nó modificado inválida, obrigando-o a revertê-la para que ele possa permanecer no sistema.

Os nós conseguem identificar qualquer alteração nos dados armazenados no *blockchain* devido a cada bloco de dados carregar consigo uma assinatura do bloco imediatamente anterior a ele, formando uma corrente de blocos (*blockchain*). “Dessa forma, é impossível alterar qualquer informação dentro da cadeia de blocos visto que para alterar um único bloco seria necessário alterar todos os demais blocos posteriores a ele” [Silva 2019].

Essa assinatura é gerada por uma função *hash*. Wrightson (2014) diz que “o algoritmo de *hash* é muito semelhante a um algoritmo de criptografia, exceto pelo fato de o texto cifrado resultante não poder ser descriptografado”. Na ilustração abaixo pode-se ver uma representação simplificada da composição dos blocos na estrutura de dados *blockchain*.



(Fonte: próprio autor)

Figura 2. Representação simplificada da composição dos blocos na estrutura de dados *blockchain*.

Nota-se na ilustração acima que a assinatura do bloco é fundamental para a integridade do sistema, pois é por meio dela que os blocos se conectam e se protegem contra alterações em seus conteúdos. Caso, por exemplo, o hemograma do paciente 397 que está armazenado no bloco 624 seja alterado posteriormente, a assinatura desse bloco mudará e não será mais reconhecido pelo bloco 625. Diante disso, a estrutura de dados do nó onde foi feita a alteração estará corrompida do bloco 624 em diante.

Outro aspecto importante é a capacidade de processamento crescente do sistema, pois à medida que mais usuários passam a usá-lo, estes se tornam novos nós, passando a processar requisições. "Atualmente, todos os protocolos blockchain existentes têm a propriedade de que todo computador na rede deve processar toda transação" [Mougayar 2017].

Portanto, o advento do blockchain tornou possível a substituição de sistemas centralizados por distribuídos em aplicações em que a integridade da informação é fundamental. Entretanto, é indiscutível que as demais funções do elemento intermediário devem ser consideradas nessa substituição, como, por exemplo, o gerenciamento da privacidade e confiabilidade da informação. Nesse sentido, é possível a aplicação do *blockchain* com outras tecnologias, como a criptografia, que já é amplamente utilizada em diversos tipos de aplicações.

3. Resultados e discussão

3.1. *Blockchain* no compartilhamento de informações médicas

A intenção desta pesquisa foi avaliar a viabilidade do uso de um sistema distribuído baseado na tecnologia *blockchain* para o compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde. Inicialmente, foi discutida a importância da abordagem multidisciplinar na condução de tratamentos médicos, pois nessa abordagem a interação entre os profissionais envolvidos no tratamento gera informações que precisam ser compartilhadas entre eles. Essa discussão resultou na constatação de que a interação entre profissionais da saúde de diversas áreas de atuação é cada vez mais necessária devido ao surgimento das doenças complexas.

Em seguida, passou-se a discutir como a tecnologia *blockchain* pode prover integridade a um sistema distribuído, já que esse tipo de sistema não possui um elemento intermediário entre os nós participantes para garantir a integridade da informação. A solução proposta pelo *blockchain* provou-se eficiente, viabilizando o uso de um sistema distribuído para o compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde, pois é fundamental a garantia de integridade dessas informações. A escolha de se usar um sistema distribuído é justificada pelas características interessantes desse tipo de sistema, como a sua alta disponibilidade e autonomia.

A alta disponibilidade é garantida pela desintermediação, pois não há a dependência de se manter um servidor para a disponibilização do acesso ao sistema, característica que também justifica a autonomia, já que qualquer alteração tanto nos dados quanto nos algoritmos do sistema depende da aprovação da maioria dos nós, ou seja, não

há uma autoridade central decidindo os rumos do sistema, mas sim uma decisão conjunta, onde a maioria dos nós toma as decisões que devem ser seguidas por todos eles.

Nessa lógica, Laurence (2019) afirma que “uma das principais maneiras de remover o controle central enquanto se mantém a integridade dos dados é ter uma ampla rede distribuída de usuários independentes”.

Segundo Drescher (2018), os usuários ingressam e continuam no sistema enquanto confiarem em sua integridade. Se essa confiança não for reforçada diante os resultados de suas interações ao longo do tempo, o sistema deixará de ser usado e, conseqüentemente, chegará ao seu fim.

O compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde é fundamental para possibilitar a interação entre esses profissionais durante a abordagem multidisciplinar na condução de um tratamento médico. A adoção de um sistema distribuído baseado na tecnologia *blockchain* para prover esse compartilhamento, proporciona um sistema independente de um controle central, altamente disponível e com garantia de integridade das informações compartilhadas.

Nesse sentido, Lavina (2018) afirma que “os dados médicos de uma pessoa são informações altamente sensíveis e para que haja interoperabilidade entre essas informações é necessário garantir a integridade, disponibilidade e confidencialidade destas informações”.

A integridade das informações médicas é garantida devido ao *blockchain* apenas permitir a inserção e leitura de transações, pois os demais nós participantes do sistema não permitem alteração de dados armazenados em suas próprias estruturas. Caso seja necessário corrigir uma informação já armazenada, basta criar um bloco com a informação correta e indicar que se trata de uma retificação da informação armazenada no bloco correspondente.

Nesse sentido, Drescher (2018) diz que cada nó armazena uma cópia da estrutura de dados *blockchain* e permite apenas concatenação de novos dados, mas somente se esses dados forem validados pela maioria dos nós.

Nota-se que ao solucionar o problema da ausência de um elemento intermediário para o controle de transações, o *blockchain* tornou essa característica dos sistemas distribuídos uma forma eficiente de prover autonomia ao sistema, assim, por exemplo, caso alguma regra mude em um sistema centralizado, os demais nós seriam obrigados a aceitá-la para permanecerem ativos, mas no sistema *blockchain* a mudança de qualquer regra deve ser aprovada pela maioria dos nós. Dessa forma, o sistema proposto por esta pesquisa proporciona aos profissionais da saúde a segurança de que as regras do sistema não mudarão subitamente.

Portanto, é viável o uso de um sistema distribuído baseado na tecnologia *blockchain* para o compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde. A autonomia e a alta disponibilidade do sistema proposto traz benefícios ao paciente e aos profissionais da saúde, pois estes terão à disposição informações médicas para a condução de tratamentos em qualquer lugar e em qualquer momento, contribuindo para ampliar a abordagem multidisciplinar na condução de tratamentos médicos, principalmente diante do surgimento das doenças complexas, que requer a interação de profissionais da saúde de diferentes especialidades. Porém, a implementação de fato desse sistema, precisa ser avaliada em conjunto com outras

tecnologias, como a criptografia para garantir a privacidade e a autenticidade das informações compartilhadas.

4. Conclusão

Esta pesquisa possibilitou uma análise da viabilidade do uso de um sistema distribuído baseado na tecnologia *blockchain* para o compartilhamento de informações médicas de pacientes entre profissionais da saúde. Para isso, inicialmente buscou-se compreender a relevância da abordagem multidisciplinar, ou seja, a interação entre profissionais da saúde de diferentes especialidades na condução de tratamentos médicos, gerando, assim, a necessidade do compartilhamento de informações médicas de pacientes entre esses profissionais. Em seguida, discutiu-se a eficiência da tecnologia *blockchain* que visa garantir a integridade de sistemas distribuídos. Por fim, analisou-se a viabilidade com apontamento dos possíveis benefícios no uso desse tipo de sistema para a finalidade proposta nesta pesquisa.

Uma comunicação eficiente entre os profissionais da saúde envolvidos em uma intervenção médica é fundamental para proporcionar ao paciente a melhor experiência possível em seu tratamento. Portanto, essa comunicação deve ser embasada no cruzamento de informações médicas do paciente para a tomada de decisões. Para isso, o compartilhamento dessas informações entre esses profissionais deve ocorrer de forma satisfatória. Diante disso, concluiu-se que o uso de um sistema distribuído para esse fim é interessante devido a sua alta disponibilidade e autonomia. Concluiu-se, também, que a tecnologia *blockchain* é fundamental para prover a integridade desse sistema, pois ela soluciona o problema da falta de garantia de integridade dos sistemas distribuídos.

Antes do advento do *blockchain*, os sistemas distribuídos eram adotados apenas em situações em que a integridade da informação não é relevante. Assim, os sistemas centralizados eram a opção trivial para a informatização de atividades que precisam de informações íntegras. Logo, sistemas destinados ao compartilhamento de informações médicas são naturalmente centralizados. Com a concepção da tecnologia *blockchain*, surgiu o interesse pela desintermediação dessas atividades, já que a integridade em sistemas distribuídos passou a ser uma realidade.

Esta pesquisa não abordou as demais características necessárias para a real implementação do sistema proposto, como a criptografia das informações armazenadas nos blocos, as restrições de acesso a essas informações e a comprovação de identidade de cada usuário, ou seja, quem, devidamente identificado, pode descriptografar quais dados. Portanto, esta pesquisa focou apenas em propor uma forma de garantir a integridade de um sistema distribuído, viabilizando a desintermediação do compartilhamento de informações médicas.

Nesse sentido, é de grande relevância a adoção do sistema proposto para o avanço da abordagem multidisciplinar na condução de tratamentos médicos, visto que as informações dos pacientes estarão altamente disponíveis aos diversos profissionais da saúde, além do próprio paciente, em qualquer momento e lugar. Dessa forma, cria-se uma rede global independente e crescente de compartilhamento de informações médicas, contribuindo para a qualidade de vida do paciente.

Referências Bibliográficas

- Chulay, M. e Burns, S. M. (2012), Fundamentos de enfermagem em cuidados críticos da AACN, AMGH, 2ª edição.
- Drescher, D. (2018), Blockchain Básico: Uma introdução não técnica em 25 passos, Novatec.
- Gomes, W. J., Almeida, R. M. S. e Braile, D. M. (2010). Abordagem multidisciplinar das doenças cardíacas: O paciente como prioridade na decisão médica. Em *Rev Bras Cir Cardiovasc*, páginas VI-VII, http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-76382010000400003&lng=en&nrm=iso, dezembro.
- Laurence, T. (2019), Blockchain para leigos, Alta Books.
- Lavina, M. E. (2018), Validação do uso da tecnologia Blockchain para o tráfego seguro de dados na área da saúde, Universidade do Sul de Santa Catarina.
- Mougayar, W. (2017), Blockchain para negócios: promessa, prática e aplicação da nova tecnologia, Alta Books.
- Silva, V. F. da (2019), Registros eletrônicos de saúde e pesquisa clínica: ferramentas para permitir um uso adequado e descentralizado de informações, Hospital de Clínicas de Porto Alegre.
- Wrightson, T. (2014), Segurança de Redes sem Fio: Guia do Iniciante, Bookman.