

## **Caracterização de sistemas de informação**

### **INTRODUÇÃO**

Um sistema é um grupo de componentes e tecnologias que interagem para alcançar o mesmo objetivo e produzir informações. Sua estrutura é composta por seis elementos: hardware, software, base de dados, rede e telecomunicações, procedimentos e pessoas. Esses seis componentes estão presentes em todo sistema de informação, do mais simples ao mais complexo. Por exemplo, ao utilizar um computador para elaborar um relatório, você está usando um hardware (computador, disco de armazenamento de dados, teclado e monitor), um software (algum outro programa processador de texto), dados (armazenamentos de dados sobre pessoas, lugares), procedimentos (os métodos que você utiliza para operar o aplicativo) e as pessoas (você e para alguém).

### **HARDWARE**

O conceito de recursos de hardware engloba todos os dispositivos físicos e equipamentos utilizados no processo de informações.

O termo hardware não se refere apenas aos computadores pessoais, mas também aos seus periféricos, acessórios e equipamentos embarcados em produtos que necessitam de processamento computacional, como impressoras, monitores, teclados, mouses, sensores, câmeras (webcam), modems, roteadores etc.

### **Computadores analógicos *versus* digitais**

Os computadores analógicos fazem analogia entre quantidades (por exemplo: pesos, pressões hidráulicas etc.). É uma categoria de computadores que se utiliza de eventos elétricos, mecânicos ou hidráulicos para resolver problemas do homem. Portanto, representam o comportamento de um sistema real utilizando grandezas físicas.

O computador digital é uma máquina projetada para armazenar e manipular informações representadas apenas por algarismos ou dígitos, que só podem assumir dois valores distintos, 0 e 1, razão pela qual é denominado de computador digital.

## **Evolução dos computadores**

A evolução dos computadores acompanhou a evolução da sociedade durante os séculos XX e XXI. A seguir uma cronologia da evolução dos computadores.

- Geração zero: computadores mecânicos (???? – 1945).
- Primeira geração: válvulas (1945 – 1959).
- Segunda geração: transistores (1959 – 1965).
- Terceira geração: circuitos integrados (1965 – 1971).
- Quarta geração: microprocessadores (1971 – 1991).
- Quinta geração: Inteligência Artificial (1991 – dias atuais).

## **Unidade central de processamento (CPU)**

Os dispositivos de processamento incluem a unidade central de processamento (*central processing unit* – CPU), às vezes chamada de “cérebro” do computador. Embora o formato da CPU nada tenha em comum com a anatomia dos cérebros animais, a descrição é útil, uma vez que a CPU possui a “inteligência” da máquina. Ela seleciona e processa instruções, executa comparações aritméticas e lógicas e armazena os resultados das operações na memória. Alguns computadores possuem duas ou mais CPUs. Um computador com duas CPUs é denominado computador com processador de núcleo duplo. Os computadores com processador de núcleo quádruplo possuem quatro CPUs.

A arquitetura de CPU mais conhecida é a criada por John von Neumann, uma arquitetura de computador que se caracteriza pela possibilidade de uma máquina digital armazenar seus programas no mesmo espaço de memória que os dados, podendo assim manipular tais programas. Essa arquitetura é um projeto modelo de um computador digital de programa armazenado, que utiliza uma unidade de processamento (CPU) e uma de armazenamento (“memória”) para comportar, respectivamente, instruções e dados. A máquina proposta por Von Neumann reúne os seguintes componentes:

- 1 memória (principal);
- 1 unidade aritmética e lógica (ULA);
- 1 unidade central de processamento (CPU), composta por diversos registradores;
- 1 unidade de controle (UC), cuja função é a mesma da tabela de controle da *máquina de Turing universal*, que é buscar um programa na memória, instrução por instrução, e executá-lo sobre os dados de entrada.

Todos os elementos dessa arquitetura são alinhados à estrutura hardware do CPU, assim o sistema pode realizar todas as suas atividades sem apresentar erros no desempenho.

### **Memória do computador**

Basicamente são dois tipos de memórias que existem: voláteis e não voláteis. As memórias voláteis perdem seus dados com ausência de energia, como a memória cache, registradora e memória de acesso aleatória (RAM). As memórias flash, disco rígido (HD) e sólidas (SSD) são memórias não voláteis, isto é, não perdem seus dados na ausência de energia.

### **Dimensionamento dos dados de computador**

Todos os dados armazenados em um computador são representados por bits. Os dados podem ser números, caracteres, quantias monetárias, fotos, gravações etc. Todos são simplesmente uma sequência de bits. Os bits são reunidos em grupos de 8 bits chamados bytes. No caso de dados representados por caracteres, como as letras do nome de uma pessoa, um caractere equivale a um byte.

Desse modo, quando se lê uma especificação dizendo que um dispositivo de computação tem 100 milhões de bytes de memória, compreende-se que o dispositivo tem capacidade para armazenar até 100 milhões de caracteres.

### **Periféricos dos computadores**

Como descrito na estrutura do hardware, os periféricos consistem em componentes eletrônicos e dispositivos que inserem, processam, reproduzem e armazenam dados de acordo com as instruções codificadas nos programas de computador ou software. Podem ser classificados da seguinte maneira:

- *Entrada* – nos permitem incluir dados, programação, informações, como o teclado, mouse etc.
- *Saída* – externam o resultado ou status do processamento dos dados e informações, como monitor, impressora etc.
- *Híbridos* – os que simultaneamente são de entrada e saída, ou seja, permitem entrada de dados e recebem os resultados após algum processamento, como monitor *touchscreen* e impressora scanner (multifuncional).

## SOFTWARE

### Software de sistema ou básico

São programas que gerenciam o trabalho do computador internamente, considerando o processador central, as linhas de comunicação e os periféricos acoplados. Também chamados de sistemas operacionais, são destinados a monitorar eventos, alocação dos recursos computacionais. São exemplos: Windows, Linux, MacOS e Unix.

### Software embutido ou embarcado

Chamados de sistemas operacionais embutidos ou, simplesmente, *sistemas embutidos*, recebem essa denominação pois estão embutidos dentro de um dispositivo eletrônico ou automotivo. Os sistemas embutidos são tipicamente projetados para desempenhar tarefas especializadas com objetivos específicos.

*Software embarcado* é escrito para controlar máquinas ou dispositivos que não são geralmente considerados como computadores. Normalmente, é implementado especificamente para um determinado hardware, que tem restrições de tempo e/ou memória.

### Software de aplicativos

Conhecidos como *sistemas de automação de escritório*, são tecnologia de informação que tem como objetivo principal aumentar a produtividade dos trabalhadores que manipulam informações de escritórios. Nesse caso, pacotes de aplicativos de escritórios (ou suíte de aplicativos, como o Office, da Microsoft, o StarOffice, da Sun Microsystems, o Corel Suite, da Corel, e o OpenOffice, da OpenOffice.org) são utilizados pelos trabalhadores de informação, responsáveis pelo processamento das informações, para organizá-las em um formato necessário à realização do seu trabalho. Outros programas considerados dessa família são:

- Programas de editoração eletrônica, utilizados para a criação de cartazes e diagramações em geral. Exemplos: Publisher, InDesign etc.
- Programas de comunicação de escritórios, como gerenciadores de fax e de correio eletrônico. De modo geral, estão intimamente ligados a dispositivos de telecomunicações e redes. Exemplos: Outlook Express, Lotus Notes etc.

- Programas para gerenciamento de cronogramas, como agendas que permitem a marcação de reuniões de forma individual ou em grupo. Exemplo: Microsoft Outlook, Lotus Organizer etc.
- Programas para gerenciamento de projetos, ou seja, sistemas que permitem o controle e a verificação de projetos executados em grupo ou não. Normalmente utilizam ferramentas como Pert/CPM, diagrama de Gantt. Exemplos: Microsoft Project, OpenProj etc.

Programas de colaboração, que permitem a colaboração de documentos e a inserção de comentários em ambientes de trabalho para grupos compartilhados, tais grupos são conhecidos como *groupware*. Exemplos: Pacote Office a partir da versão 2007, Moodle, Sosis etc.

### **Software gratuito e de código-fonte aberto**

Software distribuído de forma gratuita, com o código-fonte também disponível.

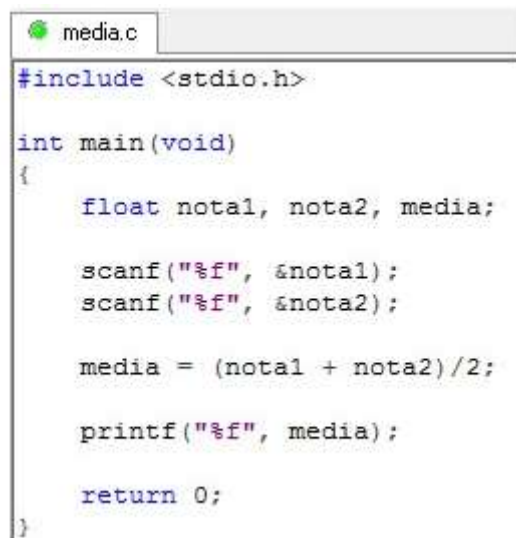
Não é totalmente desprovido de restrições. Muitos dos softwares populares gratuitos atualmente em uso são protegidos pela GNU General Public License (GPL). A GPL concede ao usuário o direito de:

- Executar o software para qualquer finalidade;
- Estudar como o software funciona e adaptá-lo à sua necessidade;
- Redistribuir cópias para poder ajudar outros usuários;
- Aperfeiçoar o software e liberar as melhorias para o público.

### **Linguagem de programação**

Conjuntos de palavras-chave, de símbolos e de regras para construir comandos, pelos quais as pessoas podem comunicar instruções para serem executadas por um computador.

Cada linguagem também possui um conjunto próprio de regras, chamado de sintaxe da linguagem, capaz de transmitir instruções significativas para a CPU. Na imagem a seguir, um exemplo de codificação de uma rotina para cálculo de média de nota utilizando a Linguagem C.



```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    float notal, nota2, media;

    scanf("%f", &notal);
    scanf("%f", &nota2);

    media = (notal + nota2) / 2;

    printf("%f", media);

    return 0;
}
```

**Figura 1** – Exemplo de codificação em Linguagem C

## Licenças de software

Licença de software é o documento que define os limites de uso que um usuário pode ter em relação a um produto de terceiros. A origem do termo remonta ao uso de imagem e do som como compreendido pelo Direito e pode restringir a cópia, a distribuição e a adaptação do produto. Existem várias categorias de licenças de software, desde as menos restritivas (software livre, software de código aberto, *copyleft* etc.) até as proprietárias.

## BANCO DE DADOS

É uma coleção de arquivos estruturados, não redundantes e inter-relacionados, que proporcionam uma fonte única de dados para uma variedade de aplicações.

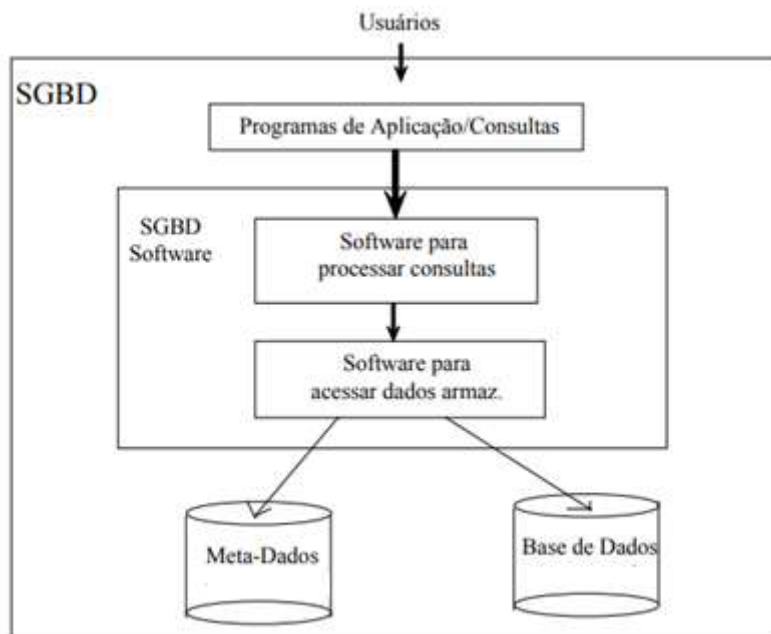
Os dados gerados na organização precisam ser armazenados, respeitando determinadas estruturas que possibilitam a sua rápida recuperação. Eles são organizados nos sistemas de informação computadorizados de acordo com a hierarquia de bits e bytes (formato eletrônico de armazenamento de dados que será explicado mais a frente), que são entendidos pelos usuários segundo a hierarquia de bancos de dados, obedecendo aos seguintes critérios:

- *Campos* ou *atributos* – característica ou qualidade que representará determinada entidade (pessoa, lugar ou alguma outra coisa) como, por exemplo, nome do cliente, cidade do fornecedor;

- *Registros* – conjunto de campos definidos que são suficientes para representar as informações desejadas referentes a uma entidade, isto é, todos os dados de um único cliente;
- *Tabela* – conjunto de registros relacionados, ou seja, a relação de todos os dados de todos os fornecedores.

### Sistema gerenciador de banco de dados (SGBD)

Um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) é constituído por um conjunto de dados associados a um conjunto de programas para acesso a esses dados. O principal objetivo de um SGBD é proporcionar um ambiente tanto conveniente quanto eficiente para a recuperação e armazenamento das informações do banco de dados. Sistemas de banco de dados são projetados para gerir grandes volumes de informações. O gerenciamento de informações implica a definição das estruturas de armazenamento das informações e da definição dos mecanismos para a manipulação dessas informações. Um sistema de banco de dados também deve garantir a segurança das informações armazenadas contra eventuais problemas com o sistema, além de impedir tentativas de acesso não autorizadas. Se os dados são compartilhados por diversos usuários, o sistema deve também evitar a ocorrência de resultados anômalos.



**Figura 2** - Esquema de SGBD

## PROCEDIMENTOS

São um conjunto de instruções sobre como combinar os elementos mencionados de forma a processar as informações e gerar saídas desejadas, portanto são as funções e operações que o sistema deve executar com um objetivo definido.

No caso de um sistema de informação empresarial, os desenvolvedores do sistema e a empresa devem projetar também os procedimentos para os usuários e o pessoal de operações. É necessário desenvolver procedimentos para operações normais, backup e recuperação do sistema em caso de falha. Normalmente, as equipes de analistas de sistemas e principais usuários projetam os procedimentos.

## **PESSOAS**

Também classificados como *stakeholders*, são aqueles indivíduos ou atores conhecidos como usuários que trabalham com o sistema de informação ou utilizam sua saída para tomar decisões rotineiras ou complexas.

## **TELECOMUNICAÇÃO**

Refere-se à transmissão eletrônica de sinais para comunicações através de meios como telefone, rádio, televisão e equipamentos eletrônicos. Reduz a quantidade de tempo necessária para transmitir informações que possam orientar e concluir ações de negócios. Muda não apenas o modo como as organizações operam, mas a própria natureza do comércio.

### **Unidades de medidas da transmissão de dados**

Uma característica importante das telecomunicações é a velocidade com que as informações são transmitidas, medida em bits por segundo (bps). As velocidades mais comuns estão na escala de milhares de bits por segundo (Kbps) até milhões de bits por segundo (Mbps), chegando a bilhões de bits por segundo (Gbps).

### **Tipos de rede**

Dependendo da distância física entre os nós em uma rede e a comunicação e os serviços que ela oferece, as redes podem ser classificadas como:

- Rede de área pessoal (PAN – *personal area network*), usada para que dispositivos se comuniquem dentro de uma distância bastante limitada. Um



exemplo disso são as redes *bluetooth* e os *smarts views* de celulares e de TVs *smarts*.

- Rede de área metropolitana (MAN – *metropolitan area network*), que conecta diversas redes locais dentro de algumas dezenas de quilômetros. Por exemplo: uma empresa possui dois escritórios em uma mesma cidade e deseja que os computadores permaneçam interligados.
- Rede de área expandida (WAN – *wide area network*), que vai um pouco além da MAN e consegue abranger uma área maior, como um país ou até mesmo um continente.
- Rede de área local (LAN – *local area network*), que interliga computadores presentes dentro de um mesmo espaço físico. Isso pode acontecer dentro de uma empresa, de uma escola ou dentro da sua própria casa, sendo possível a troca de informações e recursos entre os dispositivos participantes.

### **Tipos de meios de transmissão**

As redes podem utilizar diferentes meios de transmissão física de dados. Na tabela a seguir, apresentam-se os principais tipos com suas vantagens e desvantagens.

Tipo de meio	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Cabo de par trançado	Pares trançados de fios de cobre, blindados ou não.	Utilizado para serviço telefônico, amplamente disponível.	Limitações na velocidade de transmissão e na distância.
Cabo coaxial	Fio condutor interno cercado de isolamento.	Transmissão mais limpa e rápida de dados do que com pares de fios trançados.	Custo maior que o par de fios trançados.
Cabo de fibra óptica	Muitos fios extremamente finos de vidro amarrados dentro de uma capa; utiliza feixes de luz para transmitir sinais.	O diâmetro do cabo é muito menor do que o cabo coaxial, menos distorção no sinal, capacidade de alta velocidade de transmissão.	Elevado custo, tanto para aquisição como para instalação.

### **Transmissão via rádio**

Neste tipo de transmissão, são utilizadas várias características físicas que as ondas de rádio podem oferecer. São fáceis de serem geradas e percorrem longas distâncias. É útil quando se quer construir uma rede em regiões onde esticar cabos é complicado, como em uma cidade cheia de prédios, dentro de um prédio ou em regiões montanhosas. A desvantagem é ser necessária uma visada perfeita (sem obstáculos) para uma boa qualidade de tráfego.

## **Modelos de redes**

Modelos de rede são os formatos de estrutura, física e lógica, de redes de computadores. Atualmente existem três bases fundamentais para modelos de rede das quais resultam muitos modelos variantes. Esses modelos-base são: rede centralizada, rede descentralizada e rede distribuída. Cada um desses modelos-base representa, na prática, uma arquitetura diferente, e a opção pelo uso de um ou de outro está diretamente ligada ao uso que se quer fazer de determinado conjunto de máquinas.

- *Centralizado*: o foco, neste modelo, é a centralização das tarefas e dos serviços, daí o nome de *rede centralizada*. Seu uso é indicado para as redes que necessitam de gerenciamento central de tarefas e serviços, bem como para uma rede de computadores que necessite de controle de tráfego e de uso do que transita pela rede. Exemplos de redes centralizadas: redes bancárias, redes de automação comercial, redes de escolas, universidade, telecentros etc.
- *Descentralizado*: o foco, neste modelo, é a descentralização e a independência das tarefas e dos serviços, daí o nome de *rede descentralizada*. Ao contrário da rede centralizada, neste modelo, não há pleno e central controle sobre tarefas e serviços, e o acompanhamento de tráfego e de uso do que transita pela rede, embora possível, se torna muito mais complexo e limitado no gerenciamento. Exemplos: redes com múltiplos sistemas operacionais, redes domésticas, a internet.
- *Distribuído*: uma rede distribuída assemelha-se a uma malha ou a uma rede de pesca, na qual cada nó é independente do outro, mas está diretamente ligado ao outro, completando assim a trama. É indicada para redes de computadores que devem trabalhar em conjunto, somando seu processamento, mas, ao mesmo tempo, mantendo sua independência no caso de alguma das máquinas se tornar indisponível. Consiste em adicionar o poder computacional de diversos computadores interligados para processar colaborativamente determinada tarefa de forma coerente e transparente, ou seja, como se apenas um único e centralizado computador estivesse executando a tarefa. A união desses diversos computadores com

o objetivo de compartilhar a execução de tarefas e o software que faz esse gerenciamento leva o nome de *sistema distribuído*. Exemplos de rede distribuída: clusters para quebra de algoritmos numéricos complexos etc.

## **Modem**

Modem é junção das palavras: modulador e demodulador. Ele é um dispositivo eletrônico que modula um sinal digital em uma onda analógica, pronta a ser transmitida pela linha telefônica, e que demodula o sinal analógico e o reconverte para o formato digital original. Os modems ADSL diferem dos modems para acesso discado porque não precisam converter o sinal de digital para analógico e de analógico para digital porque o sinal é sempre digital (ADSL – *asymmetric digital subscriber line*).

## **Roteador**

O roteador é um equipamento que faz a ponte entre o modem e os equipamentos de tecnologia (desktops, notebook, smartphones ou tablets). O roteador recebe o sinal de internet do modem via cabo ethernet e distribui o sinal de internet via *wi-fi* e/ou a cabo.

## **Servidor de rede**

A arquitetura cliente-servidor estabeleceu uma série de tecnologias inovadoras e, entre elas, o surgimento de alguns padrões que tentam facilitar a transmissão dos dados digitais. Nessa arquitetura, múltiplas plataformas de computação, chamadas servidores, são dedicadas a funções especiais. Cada servidor é acessível por todos os computadores da rede.

## **Servidor de arquivos**

Tem como principais funções o armazenamento e acesso a informações bem como o compartilhamento de disco. Ele controla unidades de disco ou outras unidades de armazenamento, podendo aceitar pedidos de transações das estações (clientes) e atendê-las utilizando seus dispositivos de armazenamento.

Um servidor de arquivo geral é aquele que pode aceitar transações independentes do sistema operacional do cliente. Nesse caso, existe um sistema de arquivo padrão da rede, utilizado pelo servidor de arquivos, no qual os vários arquivos das demais

estações da rede devem ser convertidos (pelos protocolos de rede) para comunicação com o servidor.

## **Protocolo de rede**

Conjunto de regras, algoritmos, mensagens e outros mecanismos que permitem que software e hardware conectados em rede se comuniquem de forma eficaz, independente da tecnologia e plataforma aplicada.

## **Protocolo TCP/IP**

Um dos grandes obstáculos encontrados é a dificuldade de transmissão de dados entre arquiteturas de hardware diferentes. Uma das formas, e a mais comum, para solucionar esse tipo de problema é utilizar o conjunto de protocolos TCP/IP (*transfer control protocol/internet protocol*, ou protocolo de controle de transmissão/protocolo de internet).

Esse grupo é dividido em quatro camadas, conhecidas como pilha de protocolo: aplicação, transporte, rede e interface. Cada uma delas é responsável pela execução de tarefas distintas. Essa divisão em camadas é uma forma de garantir a integridade dos dados que trafegam pela rede.

## **Identificação IP**

A identificação IP ou endereço IP é um número exclusivo atribuído a cada computador por um protocolo de internet. O endereço IP tem a função de identificar um computador em uma rede. *IP address*, ou *internet protocol address*, é um número único atribuído para cada equipamento conectado a uma determinada rede. É mediante esse número que as mensagens são roteadas para seus destinatários. A ideia é parecida com a identificação pessoal como RG ou CPF.

Até pouco tempo, o protocolo que distribuía os endereços IP era apenas o *IPv4*. Dentro desse protocolo, há uma quantidade de endereços IP que não é mais suficiente para atender a grande quantidade de dispositivos novos sendo usados. Então, foi desenvolvido um novo protocolo, o *IPv6*, composto por cerca de 340 undecilhões de endereços IP disponíveis.

1. AUDY, Jorge Luis Nicolas; ANDRADE, Gilberto Keller de; CIDRAL, Alexandre. **Fundamentos de sistemas de informação**. Porto Alegre: Bookman, 2007. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577801305/cfi/0!/4/2/@100:0.00> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 19 dez. 2018.
2. BATISTA, Emerson de Oliveira. **Sistemas de informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502197565/cfi/0> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 19 dez. 2018.
3. CRUZ, Tadeu. **Sistemas de informações gerenciais**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522488582/cfi/0!/4/2/@100:0.00> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 19 dez. 2018.
4. ENGST, Adam; FLEISHMAN, Glenn. **Kit do iniciante em redes sem fio: o guia prático sobre redes wi-fi para Windows e Macintosh**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2005. Disponível em: <<https://univesp.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788534615327/pages/-18> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 28 fev. 2019.
5. KROENKE, David M. **Sistemas de informação gerenciais**. São Paulo: Saraiva, 2012. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502183704/cfi/0> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 19 dez. 2018.
6. KUROSE, Jim; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. Disponível em: <<https://univesp.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788581436777/pages/-24> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 23 jan. 2019.
7. LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação gerenciais**. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014. Disponível em: <<https://univesp.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788543005850/pages/-22> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 19 dez. 2018.

8. PUGA, Sandra; FRANÇA, Edson; GOYA, Milton. **Banco de dados: implementação em SQL, PL/SQL e Oracle** 11g. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. Disponível em: <<https://univesp.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788581435329/pages/-24> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 28 fev. 2019.
9. ROSINI, Alessandro Marco; PALMISANO, Angelo. **Administração de sistemas de informação e a gestão do conhecimento**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522114672/cfi/0!/4/2/@100:0.00> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 19 dez. 2018.
10. STAIR, Ralph M.; REYNOLDS, George W. **Princípios de sistemas de informação**. São Paulo: Cengage Learning, 2015. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522124107/cfi/0!/4/2/@100:0.00> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 19 dez. 2018.
11. STALLINGS, William. **Arquitetura e organização de computadores**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. Disponível em: <<https://univesp.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788587918536/pages/1> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 28 fev. 2019.
12. TANENBAUM, Andrew S.; AUSTIN, Todd. **Organização estruturada de computadores**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013.
13. TANENBAUM, Andrew S.; WETHERALL, David. **Redes de computadores**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2011. Disponível em: <<https://univesp.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788576059240/pages/-18> (Links para um site externo)Links para um site externo>. Acesso em: 28 fev. 2019.