



# TECNOLOGIA E GESTÃO DA INOVAÇÃO

ERNANE ROSA MARTINS  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022



# TECNOLOGIA E GESTÃO DA INOVAÇÃO

ERNANE ROSA MARTINS  
(Organizador)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Ernane Rosa Martins

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T255 Tecnologia e gestão da inovação / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0252-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.527223105>

1. Tecnologia. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A nossa sociedade está em constante evolução em todas as áreas do conhecimento. Esta obra pretende apresentar o panorama atual relacionado a ciência, a tecnologia e a inovação, com foco nos fatores de progresso e de desenvolvimento. Apresentando análises extremamente relevantes sobre questões atuais, por meio de seus capítulos.

Estes capítulos abordam aspectos importantes, tais como: discussões sobre a importância dos minerais para uma gestão sustentável dos processos e do manejo correto dos resíduos; investigação das produções dos programas de Mestrado e Doutorado Profissional, entre 2015 e 2020, que fornecem subsídios na área de Mecatrônica no Brasil; identificação, caracterização e análise dos elementos/artefatos/registros a serem extraídos, com a utilização de ferramentas forenses gratuitas, que possam contribuir para estudos, perquirição, evidenciação de perícias, investigações técnicas e pesquisas na análise forense computacional; intervenção didática que utiliza uma simulação computacional como um meio de ensino prático no ensino remoto; avaliação do desenvolvimento e a produção de cebolas Serena F1 sob diferentes concentrações do fertilizante PUMMA; discussão da literatura dos materiais nanohíbridos, destacando as suas potencialidades e limitações em aplicações clínicas e ambientais; apresentação dos dados obtidos pelo projeto de extensão Letramento Literário, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), durante o ano de 2021; utilização da literatura de Cordel como um meio de ensino prático na aula de Eletricidade; proposta da “Mostra de ideias inovadoras da UTFPR – Campus Dois Vizinhos” com o objetivo de estimular a cultura do empreendedorismo e inovação na comunidade universitária, proporcionando ambiente para apresentação de ideias inovadoras, tendo em vista contribuir com o ecossistema regional de inovação no sudoeste do Paraná; bibliometria sobre a Inclusão Financeira Digital no Brasil; papel do tutor na Educação a distância, habilidades técnicas, pessoais e profissionais que um profissional de TI possa ter para auxiliar um Juiz, Delegado ou qualquer pessoa que necessite de uma perícia.

Nesse sentido, esta obra é uma coletânea, composta por excelentes trabalhos de extrema relevância, apresentando estudos sobre experimentos e vivências de seus autores, o que pode vir a proporcionar aos leitores uma oportunidade significativa de análises e discussões científicas. Assim, desejamos a cada autor, nossos mais sinceros agradecimentos pela enorme contribuição. E aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: O SMARTPHONE**

Rafaela Baldí Fernandes

Luis Henrique Caetano Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231051>

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### **A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM MECATRÔNICA**

Rodolfo dos Santos de Souza Lovera

Jocilaine Carvalho de Araujo

Rose Aparecida de França

Roberto Kanaane

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231052>

### **CAPÍTULO 3..... 29**

#### **APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS GRATUITAS NA INVESTIGAÇÃO FORENSE COMPUTACIONAL DOS SISTEMAS OPERACIONAIS: ANDROID E IOS**

Clauderson Marchesan Biali

João Carlos Pinheiro Beck

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231053>

### **CAPÍTULO 4..... 40**

#### **APRENDENDO A LEI DE COULOMB COM O AUXÍLIO DAS SIMULAÇÕES: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Elismárcio Mandú dos Santos

Daniel Cesar de Macedo Cavalcante

Alessio Tony Batista Celeste

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231054>

### **CAPÍTULO 5..... 44**

#### **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA CEBOLA SERENA F1 SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERTILIZANTE PUMMA**

Rangel Ferreira da Silva

Aline Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231055>

### **CAPÍTULO 6..... 55**

#### **DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MATERIAIS NANOHÍBRIDOS: TENDÊNCIAS E DESAFIOS EM APLICAÇÕES AMBIENTAIS E CLÍNICAS**

Jemmyson Romário de Jesus

Jéssica Passos de Carvalho

Edileuza Marcelo Vieira

Lucas Hestevan Malta Alfredo

Tatianny de Araujo Andrade  
Rafael Matias Silva  
Tiago Almeida Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231056>

**CAPÍTULO 7..... 67**

DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA ANALIZAR APLICACIONES MÓVILES QUE FAVORECEN EL MLEARNING: APLICACIONES MÓVILES SUJETAS A ANÁLISIS

Vivian Aurelia Minnaard  
Claudia Lilia Minnaard

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231057>

**CAPÍTULO 8..... 75**

*LETRAMENTO LITERÁRIO: UM PROJETO DE EXTENSÃO INVESTIGANDO A LITERATURA DE LÍNGUA INGLESA NO PNBE E NO PNLD*

Ilga Rosalina Fernandes Ribeiro  
Marcia Regina Becker

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231058>

**CAPÍTULO 9..... 91**

LITERATURA DE CORDEL NO ENSINO DE ELETRICIDADE: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Henrique Cândido Feitosa  
Gabriel Bezerra de Oliveira  
Alessio Tony Batista Celeste  
Daniel Cesar de Macedo Cavalcante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5272231059>

**CAPÍTULO 10..... 98**

MOSTRA DE IDEIAS INOVADORAS DA UTFPR – CAMPUS DOIS VIZINHOS

Tifany Karol da Silva  
Almir Antonio Gnoatto  
Alfredo de Gouvêa  
Juliana Mara Nespolo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52722310510>

**CAPÍTULO 11..... 106**

O PAPEL DO TUTOR NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Edileide Barbosa de Lima  
Rosimeire Martins Régis dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52722310511>

**CAPÍTULO 12..... 119**

PANORAMA DA INCLUSÃO FINANCEIRA DIGITAL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Ralbert de Almeida Menezes

Mário Jorge Campos dos Santos

Clara Angélica dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52722310512>

**CAPÍTULO 13..... 133**

PERFIL PROFISSIONAL PARA UM PERITO FORENSE COMPUTACIONAL NO BRASIL

Euclides Peres Farias Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52722310513>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 155**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 156**

# CAPÍTULO 1

## A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: O *SMARTPHONE*

*Data de aceite: 02/05/2022*

**Rafaela Baldí Fernandes**

**Luis Henrique Caetano Moraes**

**RESUMO:** Se não fosse a utilização dos minerais em suas estruturas, os smartphones não existiriam, haja visto que um celular de última geração pode conter vários tipos de minerais em sua composição. Entretanto, há que se considerar que com a crescente demanda por desenvolvimento tecnológico e utilização pouco sustentável dos minerais, problemas relacionados com a exaustão das jazidas, disposição de resíduos e poluição, são uma questão também bastante relevante. Seja nos rios, no ar e no solo, uma má gestão dessa extração e disposição dos resíduos extrativos, além da destinação final dos dispositivos já não mais utilizados, pode causar problemas sociais, ambientais e de saúde pública. Algumas ações vêm sendo adotadas por países como a Austrália, com a utilização de micro fábricas para a extração dos minérios de dispositivos descartados e sem uso, de forma robotizada, antes da incineração dos smartphones.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mineração, celulares, minerais.

**ABSTRACT:** If it weren't the use of minerals in their structures, smartphones would not exist, given that a state-of-the-art cell phone can contain several types of minerals in the composition. However, it must be considered

that with the growing demand for technological development and unsustainable use of minerals, problems related to the exhaustion of deposits, waste disposal and pollution, are also a very relevant issue. Whether in rivers, in the air or on the ground, poor management of this extraction and disposal of extractive waste, in addition to the final destination of devices that are no longer used, can cause social, environmental and public health problems. Some actions have been adopted by countries such as Australia, with the use of micro factories to extract ores from discarded and unused devices, in a robotic way, before the incineration of smartphones.

**KEYWORDS:** Mining, cell phones, minerals.

A chegada do celular no Brasil foi um acontecimento histórico na década de 90, mas cerca de 20 anos atrasada em relação aos Estados Unidos e Europa. Segundo dados da TeleGeography, publicado pela Super Interessante em Abril de 2021, haviam cerca de 8,05 bilhões de linhas celulares ativas no mundo, na data da publicação, após um crescimento de 1% em relação ao ano anterior. A Ásia era o continente com mais conexões (55%), sendo que China e Índia respondiam por 34% do total global. Em 2020 o Brasil tinha cerca de 205 milhões de celulares. Curioso pensar que esse número supera a população mundial, em torno de 7,8 bilhões de pessoas em 2020, segundo dados do Banco Mundial.

Desde o surgimento da internet e dos

*smartphones*, as redes de conexão avançam e melhoram a cada ano, principalmente no que diz respeito à taxa de download. A rede 3G começou a ser utilizada no Brasil em meados de 2002, sendo a de maior cobertura até então. Em 2018, iniciou-se a rede 4G, com maior velocidade mas sem atingir todos os locais do território nacional. O leilão da banda 5G ocorreu em novembro de 2021, sendo previsto que sua implantação ocorra até o fim do primeiro semestre de 2022, nas principais capitais. Uma das vantagens atribuídas ao 5G refere-se a IoT (“*internet das coisas*”), que permite conexão simultânea de sensores de presença, smartphones, eletrodomésticos, iluminação pública e residencial, além de diversos outros dispositivos.

Em alguns fatos históricos aponta-se que Lars Magnus, um aposentado do ramo das telecomunicações, criou um aparelho telefônico funcional e transportável, instalado em um carro. Entretanto, não há nenhum registro oficial deste feito e, tão pouco, que ele ou sua esposa tivessem tido um carro ou carteira de motorista. Apesar da origem da criação dos telefones celulares permanecer um mistério, fato é que, os primeiros aparelhos eram poucos e muito restritos a uma parte da alta elite. A maior parte da população viu, pela primeira vez, um *car phone* no filme *Sabrina* (1954), numa cena protagonizada por Humphrey Bogart.



Figura 1 – Cena do filme *Sabrina*, por Paramount Pictures.

O primeiro celular do mundo foi inventado pelo engenheiro eletrotécnico Martin Cooper. A partir de um protótipo criado em 1973, o modelo DynaTAC 8000x passou a ser comercializado em 1983, antes mesmo de existirem planos telefônicos para celular. O primeiro plano surgiu meses após o lançamento do modelo e custava cerca de 50 dólares por mês, o que, em cotações equivalentes ao cenário atual, é cerca de R\$521,00 por mês,

sendo R\$4,20 por minuto. O telefone apresentava 33 cm de comprimento, pesando cerca de 790 gramas e com bateria de duração de apenas 1h em tempo de conversação (Figura 1).

Na década de 90 surgiram as primeiras mensagens de textos e tecnologias de conexão como IDEN, CDMA e GSM. O primeiro celular do Brasil foi um Motorola PT-550, com uma tela que mostrava apenas 7 dígitos e alertas de sistema. Com cerca de 350 gramas, tinha 22 cm de comprimento e bateria que permitia o uso por 15hs, em stand-by. Em 1992, tem-se o registro da primeira mensagem de texto, enviada em 3 de dezembro, pelo engenheiro Neil Papworth, que trabalhava na operadora Vodafone, no Reino Unido. O “Feliz Natal” foi digitado em um computador e enviado para o diretor da empresa, que recebeu a mensagem em um modelo Orbitel 901, um dos primeiros a ter a tecnologia integrada das redes GSM. Em 1994, O IBM Simon foi o primeiro celular com *touch screen*, que permitia acesso a agenda de contatos, calendário, relógio e notas.



Figura 1 – Primeiros dispositivos celulares.

A partir de 1996, o desenvolvimento dos aparelhos e o aprimoramento tecnológico foi intensificado, como apresentado a seguir e, na Figura 2:

- Motorola StarTAC (1996) – primeiro celular com flip, inspirado no comunicador utilizado no seriado americano *Star Trek*.
- Nokia 9000 Communicator (1996) – considerado o primeiro smartphone, permitindo acessar a internet via navegador, mas apenas duas operadoras na Finlândia viabilizaram essa conexão.
- Nokia 6160 e 5110 (1998) – Com preços mais atrativos e facilidades de uso, a Nokia inovou nos modelos em barra, sendo o modelo 6160 o mais vendido na década de 90. A antena era bem mais curta e, nesse modelo, já estava inserido o “*jogo da cobrinha*”. Os modelos 5110 permitia a troca da proteção frontal para diversas cores disponíveis, o que tornou uma opção bastante popular entre os jovens.

- Nokia 3310 (2000) – Um dos principais lançamentos entre os anos 2000 e 2003, com bateria de longa duração e o jogo *Snake II*.
- T36 Ericsson (2001) – Foi o primeiro celular com conexão bluetooth entre celular e computador.
- J-SH04 (2001) – Criado pela Sharp, foi o primeiro modelo a integrar uma câmera.
- Blackberry 5810 (2002) – Primeiro dispositivo com conectividade celular, permitindo enviar e organizar e-mails.
- Iphone 2G (2007) – Lançado em junho, foi o primeiro celular da Apple. Revolucionário, o aparelho tinha acesso a um browser de internet e um MP3 player, além de manter todas as funções de um aparelho celular normal.
- Screen EX 129 Motorola (2011) – Primeiro celular dual-chip, comercializado pela operadora TIM.
- 2013 – chegada da tecnologia 4G no Brasil e, com isso, abertura do mercado para diversos aparelhos e tecnologias.

T36  
Ericsson



Fonte: GSMchoice

J-SH04



Fonte: Stringfixer

Iphone 2G



Fonte: Infotecline

Motorola StarTAC



Fonte: Mercado Livre

Figura 2 – Modelos de celulares.

## O PAPEL DA MINERAÇÃO PARA OS SMARTPHONES

De acordo com o dicionário Michaelis, a definição de *smartphone* contempla “*aparelho de telefone com características mínimas de software e hardware, permitindo a conexão de rede de dados para acesso à internet*”. Esta definição, atualmente, consegue ir além, uma vez que estes aparelhos possuem autonomia para realizarem diversas operações. A quantidade de informações, dados e aplicativos aumenta a cada novo lançamento, possibilitando, por exemplo, a realização de atividades como pagamento de contas, chamar um táxi, comprar comida, videochamadas com amigos à longa distância, enfim, atividades que necessitavam de maior gasto de energia, tempo e recursos do usuário para serem

realizadas anos atrás.

Sabe-se da importância destes aparelhos no desenvolvimento da sociedade mas, a composição deles não é frequentemente discutida. De antemão, o celular moderno é um depósito de metais preciosos! Existem muitos tipos de minerais na estrutura de *smartphones*, entre eles, o ouro e a prata. Os mesmos estão presentes na tela, bateria, circuitos, alto falantes, e eletrônica. Desse modo, mesmo que a tendência global nas últimas décadas tenha sido de diminuir as dimensões do aparelho, a variedade e os diferentes tipos de minerais utilizados aumentam. Em suma, diferentes minerais, novas funcionalidades, e consequentemente, novas tecnologias e inovações (Figura 3 e Figura 4).



Figura 3 – Partes internas de um *smartphone*.

Fonte: Site Eridirect.com

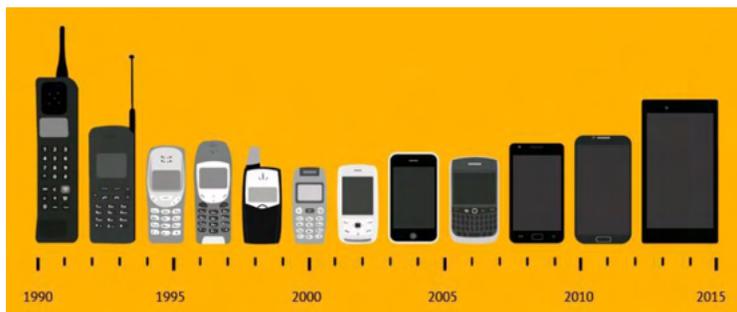


Figura 4 – Evolução dos celulares.

Fonte: Timetoast.

Mesmo que em quantidades pequenas, todos os minerais são muito importantes para o desenvolvimento dos aparelhos celulares. Na Tabela 1, tem-se um resumo dos principais commodities minerais utilizados nos celulares.

<b>Commodity Mineral</b>	<b>Principais fontes (2014)</b>	<b>Fonte Mineral</b>	<b>Propriedades aplicáveis</b>	<b>Utilização em um celular</b>
Germânio	China	Esfalerita	Condução de eletricidade	Bateria, display, eletrônicos, circuitos e componentes vibrantes
Grafite	China, Índia	Grafite	Resistência ao calor, condução de eletricidade e calor, resistência à corrosão	Anodos de bateria
Índio	China, Korea	Esfalerita	Transparência e condução de eletricidade	Cristal líquido de display
Lítio	Austrália, Chile, Argentina, China	Ambligonita, Petalita, Lepidolita	Reatividade química e alta relação desempenho/peso	Catodos de bateria
Platina	África do Sul, Rússia, Canadá	Mais de 100 diferentes metais	Condução de eletricidade	Capacitores, circuitos e revestimento
Potássio	Canadá, Rússia e Belarus	Sylvita, Sylvinita	Fortalecimento do vidro	Vidro de tela
Terras Raras	China	Loparita, Monazita, Xenomita	Altamente magnético	Fósforos LED, tela, auto-falantes e motores de vibração
Areia industrial	China, Estados Unidos	Areia sílica	Fornecimento de claridade para o vidro	Vidro de tela e semicondutores
Silicone	China	Quartzo	Condução de eletricidade	Semicondutores
Prata	México, China, Peru	Argentita, Tetraedrita	Condução de eletricidade	Circuitos
Tântalo	Ruanda, Brasil, Congo	Columbita	Bom Armazenamento da energia elétrica	Capacitores
Latão	China, Indonésia, Peru	Cassiterita	Transparência e condução de eletricidade	Display do cristal líquido
Tungstênio	China	Scheelita, Wolframita	Densidade alta	Vibradores

Tabela 1 – Commodities minerais utilizados nos celulares.

Fonte: USGS, 2016.

## A TELA DOS CELULARES

Na tela é possível observar a existência de três principais minerais, sendo areia de sílica (quartzo), bauxita (Figura 4) e esfalerita (Figura 5). A areia de sílica é o principal ingrediente da composição da tela de um smartphone, sendo responsável por fornecer maior durabilidade, incrementando a vida útil do aparelho quando combinada com materiais

cerâmicos e potássio. A bauxita também está presente na composição, uma vez que o gálio (extraído da bauxita) é utilizado para o fornecimento de luz de fundo do LED. Ainda, tem-se a esfalerita, a qual possibilita a extração do índio e germânio, sendo o primeiro utilizado no revestimento condutor da tela e, o segundo, no display de LED. A tela touch apresenta sensibilidade ao toque devido à química nela aplicada, que ocorre devido à condução de eletricidade através de uma película transparente formada pela mistura de óxido de Índio e óxido de estanho.



Figura 4 – Bauxita.

Fonte: Site Minerals.net



Figura 5 – Esfalerita.

Fonte: Site Minerals.net

## COMPONENTES ELETRÔNICOS

Na configuração eletrônica dos celulares utiliza-se calcopirita e o quartzo, sendo a calcopirita uma das principais fontes do cobre, presente em grande quantidade nos dispositivos. A principal função é a transmissão de calor e eletricidade. Já o quartzo é a principal fonte de silício, sendo utilizado como base dos circuitos integrados nos celulares.

## A BATERIA

Os minerais presentes na bateria têm um papel muito importante, uma vez que

interferem na vida útil da bateria, além do tempo entre cargas, sendo os principais minerais o espodumênio e o grafite. O lítio faz-se presente por conta da utilização do espodumênio, uma de suas principais fontes, sendo que o mesmo é utilizado nos catodos (polo positivo) das baterias. O grafite, composto internamente por carbono e externamente por alumínio, é empregado por conta da sua condutividade, tanto elétrica quanto térmica, sendo que também compõe os anodos (polo negativo) das bateria de íons de lítio.

## CIRCUITOS

Nos circuitos é possível identificar a presença de wolframita, calcopirita, tetraedrito, silício, arsenopirita e tântalo. A wolframita é uma fonte de tungstênio, servindo para dissipação de calor e fornecimento da massa para vibração do aparelho. Já a calcopirita, é utilizada na condução de eletricidade e calor. O tetraedrito, uma das fontes da prata, cria caminhos elétricos. O Silício é base da integração dos circuitos e, a arsenopirita, utilizada em radiofrequência e amplificadores de potência. Por fim, mas não menos importante, o tântalo, adicionado aos capacitores para regular voltagem e melhorar a qualidade de áudio do aparelho.

## ALTO FALANTES

Nos alto-falantes um dos principais minerais presentes é a bastnasita, considerada um mineral do tipo terras-raras, com coloração amarelada, sendo utilizada para a produção de ímãs neste componente.

Além destes exemplificados, os *smartphones* contêm ainda uma série de elementos conhecidos como terras-raras, abundantes na crosta terrestre, mas de extração extremamente difícil e cara, como lantânio, térbio, neodímio, gadolínio e praseodímio.

As versões mais modernas dos *smartphones* utilizam mais de 60 tipos de metais para a fabricação de um dispositivo eletrônico. Um *iPhone*, por exemplo, pode conter 0,034g de ouro, 0,34 de prata, 0,015 de paládio e menos de um miligrama de platina, além de metais como o alumínio (25g) e cobre (15g). Para produzir um milhão de  *iPhones* é necessário quase 16 toneladas de cobre, 340kg de prata, 34kg de ouro e 15kg de paládio. Além disso, uma tonelada do mesmo aparelho pode render 300 vezes mais ouro e 6,5 vezes mais prata que uma tonelada de minério desses materiais, respectivamente.

Sendo assim, se não fosse a utilização dos minerais em suas estruturas, os *smartphones* não existiriam, haja visto que um celular de última geração pode conter vários tipos de minerais em sua composição. Entretanto, há que se considerar que com a crescente demanda por desenvolvimento tecnológico e utilização pouco sustentável dos minerais, problemas relacionados com a exaustão das jazidas, disposição de resíduos e poluição, são uma questão também bastante relevante. Seja nos rios, no ar e no solo, uma má gestão dessa extração e disposição dos resíduos extrativos, além da destinação

final dos dispositivos já não mais utilizados, pode causar problemas sociais, ambientais e de saúde pública. Algumas ações vêm sendo adotadas por países como a Austrália, com a utilização de micro fábricas para a extração dos minérios de dispositivos descartados e sem uso, de forma robotizada, antes da incineração dos *smartphones*.

As discussões sobre a importância dos minerais devem incluir não somente a disponibilidade dos recursos naturais e seu uso mas, também, políticas públicas para uma gestão sustentável dos processos, inclusive, do manejo correto dos resíduos.

## REFERÊNCIAS

**Android Authority, 2012 (site).** IBM SOLUTION: World 's first smartphone is now 20 years old.

Disponível em: <<https://www.androidauthority.com/ibm-simn-birthday-134255/>> Acesso em: 18 de abril de 2022.

**Auction, 2017 (site).** Inc. Motorola "Brick" Phone DynaTAC 8000X Serial number # S 472CKQ1264.

Disponível em: <[https://www.auction.fr/\\_en/lot/inc-motorola-ldquo-brick-rdquo-phone-dynatac-8000x-serial-number-s-472ckq1264-12768657](https://www.auction.fr/_en/lot/inc-motorola-ldquo-brick-rdquo-phone-dynatac-8000x-serial-number-s-472ckq1264-12768657)>. Acesso em: 18 de abril de 2022.

**Eridirect, 2018 (site).** Exactly What's Inside A Cell Phone? Disponível em: <Exactly What's Inside A Cell Phone? - ERI (eridirect.com)>. Acesso em: 18 de março de 2022.

**Flickr, 2015 (site).** Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/textlad/17941890002>>. Acesso em: 20 de abril de 2022.

**GSM choice (site).** Ericsson T36. Disponível em: <Ericsson T36 Ficha Técnica :: GSMchoice.com>.

Acesso em: 18 de março de 2022.

**Info Tecline (site).** iPhone 2G. Disponível em: <Apple iPhone 2G 16GB, iOS 1.0, Quad-Band

850/900/1800/1900, Saída de TV proprietária, HTML, XHTML (infotecline.com.br)>. Acesso em: 18 de março de 2022.

**Mercado Livre (site).** Motorola StarTAC. Disponível em: <Motorola Startac Comal MercadoLivre> .

Acesso em: 18 de março de 2022.

**Minerals.net (site).** Disponível em: <The Mineral and Gemstone Kingdom: Home (minerals.net)>.

Acesso em: 18 de março de 2022.

**Oficina da net, 2019 (site).** Motorola PT-550, Nokia 2280, Motorola V3 e mais: confira oito celulares antigos que marcaram época no Brasil. Disponível em: <Motorola PT-550, Nokia 2280, Motorola V3 e mais: confira oito celulares antigos que marcaram época no Brasil (oficinadanet.com.br)

<https://www.flickr.com/photos/textlad/17941890002>>. Acesso em: 18 de abril de 2022.

**String fixer(site).** J-SH04. Disponível em: <J-SH04 (stringfixer.com)>. Acesso em: 18 de março de 2022.

**Timetoast (site).** Disponível em : <<https://www.timetoast.com/timelines/a-evolucao-do-celular> > .

Acesso em: 20 de abril de 2022.

**USGS, 2016.** Jenness, J.E., Ober, J.A., Wilkins, A.M., and Gambogi, Joseph, 2016. U.S. Geological Survey: Ordinary Minerals give smartphones extraordinary capabilities . A world of minerals in your mobile device: U.S. Geological Survey General Information Product 167, 2 p. Disponível em: < A World of Minerals in Your Mobile Device (usgs.gov)>. Acesso em: 18 de março de 2022.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Android 9, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 39, 146, 151

Aplicações 15, 26, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 63, 64, 86, 107, 141

### C

Capacitação 18, 78, 98, 101, 102, 103, 108

Competências 11, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 24, 27, 41, 108, 110, 117, 118

Computação 12, 17, 20, 24, 28, 39, 54, 129, 133, 135, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 152, 153, 155

Computacional 14, 16, 29, 30, 31, 40, 41, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 144, 145, 146, 147, 151, 152, 153

Comunidade 78, 92, 93, 98, 101, 103, 104, 109, 114, 120

Conhecimento 12, 13, 16, 17, 19, 20, 24, 26, 27, 41, 42, 76, 77, 85, 87, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 101, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 121, 123, 124, 139, 143, 145, 151

COVID-19 119, 120, 131

Crime 133, 134, 135, 138, 139, 144, 145, 147, 148, 151, 152

Cultura 12, 22, 45, 46, 52, 54, 77, 78, 80, 82, 93, 96, 98, 100, 101, 103, 104, 116

### D

Desenvolvimento 1, 3, 5, 8, 11, 13, 15, 16, 19, 22, 44, 46, 47, 48, 52, 54, 55, 61, 64, 76, 77, 79, 81, 89, 90, 92, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 115, 117, 120, 121, 131, 140, 143, 144, 148, 155

Digital 12, 13, 18, 22, 29, 47, 54, 82, 83, 88, 89, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 138, 145, 146, 147, 150, 151, 152, 153, 154

### E

Educação 11, 19, 22, 24, 27, 28, 41, 42, 43, 44, 79, 80, 81, 82, 89, 90, 92, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 115, 116, 117, 118, 120, 143, 155

Empreendedorismo 98, 100, 101, 103, 104, 105

Ensino 11, 19, 20, 21, 22, 24, 40, 41, 42, 43, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 135

Extensão 30, 38, 75, 77, 79, 83, 88, 99, 101

### F

Forense 29, 30, 31, 38, 39, 133, 134, 135, 137, 140, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151,

152, 153, 154

## **H**

Hardware 4, 140, 141, 142, 146

## **I**

Ideias 52, 98, 101, 102, 103, 107, 112

Inclusão 81, 108, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132

Indústria 4.0 11, 12, 13, 18, 24, 27, 28

Informação 12, 14, 78, 96, 101, 106, 108, 132, 137, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 151, 152, 155

Inovação 18, 27, 60, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 121, 155

Instrumento 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 97

Internet 1, 2, 3, 4, 12, 15, 16, 17, 29, 38, 42, 73, 86, 95, 96, 106, 109, 116, 122, 134, 138, 140, 142, 145, 146, 148, 153

## **L**

Leitura 48, 75, 76, 77, 78, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90

Letramento 75, 77, 87, 88

Literário 75, 76, 77, 79, 80, 82, 87, 88

Literatura de Cordel 84, 91, 92, 93, 96, 97

## **M**

Materiais 6, 8, 19, 20, 26, 46, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 78, 85, 101, 110, 111, 114, 116, 145, 148, 149

M-learning 67, 68, 69, 70

## **N**

Nanohíbridos 55, 56, 57, 59, 61, 62, 64

## **P**

Políticas 9, 74, 75, 77, 99, 105, 107, 115, 119, 120, 121, 132, 152

Problemas 1, 8, 9, 18, 46, 75, 95, 96, 100, 101, 104, 120, 134, 137, 138, 142, 144, 146

Produção 8, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 96, 100, 101, 103, 109, 110, 132, 136, 144, 146, 152, 155

Projeto 19, 27, 41, 54, 75, 77, 78, 81, 83, 84, 88, 89, 92, 94, 96, 100, 115, 116, 140, 148

Prototipagem 98, 101, 102, 104, 105

## **Q**

Química verde 55, 58, 64

## **R**

Remoto 40, 41, 42, 43, 91, 95, 96

## **S**

Segurança 19, 30, 56, 61, 113, 133, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 146, 148, 150, 152

Serviços 119, 120, 121, 123, 134, 139, 140, 141

Simulação computacional 40, 41

Sistemas 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 26, 27, 29, 30, 39, 61, 62, 109, 135, 136, 138, 140, 143, 144, 145, 146, 151, 152, 155

Smartphones 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 29, 30, 31, 38, 39, 122, 151

Software 4, 19, 20, 24, 31, 48, 54, 73, 74, 119, 120, 124, 137, 140, 141, 142, 144, 155

## **T**

Tecnologias inovadoras 11, 13, 15, 17, 18, 23

## **V**

Virtual 42, 68, 84, 111, 113, 114, 115, 133, 134, 135, 152

## **W**

Workshops 98, 99, 101, 102, 103

# TECNOLOGIA E GESTÃO DA INOVAÇÃO



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2022

# TECNOLOGIA E GESTÃO DA INOVAÇÃO



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

Atena  
Editora

Ano 2022