# Autenticação de Usuário

Capítulo 3 do livro

# Objetivos de aprendizado

- Discutir os meios gerais de autenticar a identidade de um usuário.
- Explicar o mecanismo de utilização de hashes de senhas para autenticação de usuário.
- Entender a utilização do filtro de Bloom no gerenciamento de senhas.
- Apresentar uma visão geral de autenticação de usuário baseada em token.
- Discutir as questões envolvidas e as abordagens para autenticação de usuário remoto.
- Resumir algumas das questões principais de segurança para autenticação de usuário

# Autenticação de Usuário

- Bloco fundamental para a construção de sistemas seguros
  - Base para o controle de acesso e responsabilidade/não-repúdio
- Processo de verificação de uma identidade
- Possui dois passos:
  - Apresentação da identificação
  - Verificação da identificação
- Distinta da autenticação de mensagem

# Autenticação de Usuário

- Quatro formas de identificar indivíduos
  - A quarta desdobra da terceira
- Baseadas em algo que o indivíduo...
  - Sabe – exemplo: senha
  - Possui – exemplo: chave, token, smartcard
  - É (biometria estática) – exemplo: impressão digital, retina
  - Faz (biometria dinâmica) –exemplo: voz, assinatura
- Podem ser usadas isoladamente ou em conjunto
  - Fator duplo, triplo,...
- Todas possuem suas limitações....

# Autenticação por Senha

- Método de autenticação amplamente utilizado
  - Usuário provê identificação e senha
  - Sistema compara senha recebida com aquela armazenada para aquela identificação
- Senha autentica identificação, que por sua vez oferece segurança das seguintes formas
  - determina se o usuário está autorizado a obter acesso a um sistema
  - determina os privilégios concedidos ao usuário
  - é usado no controle de acesso discricionário

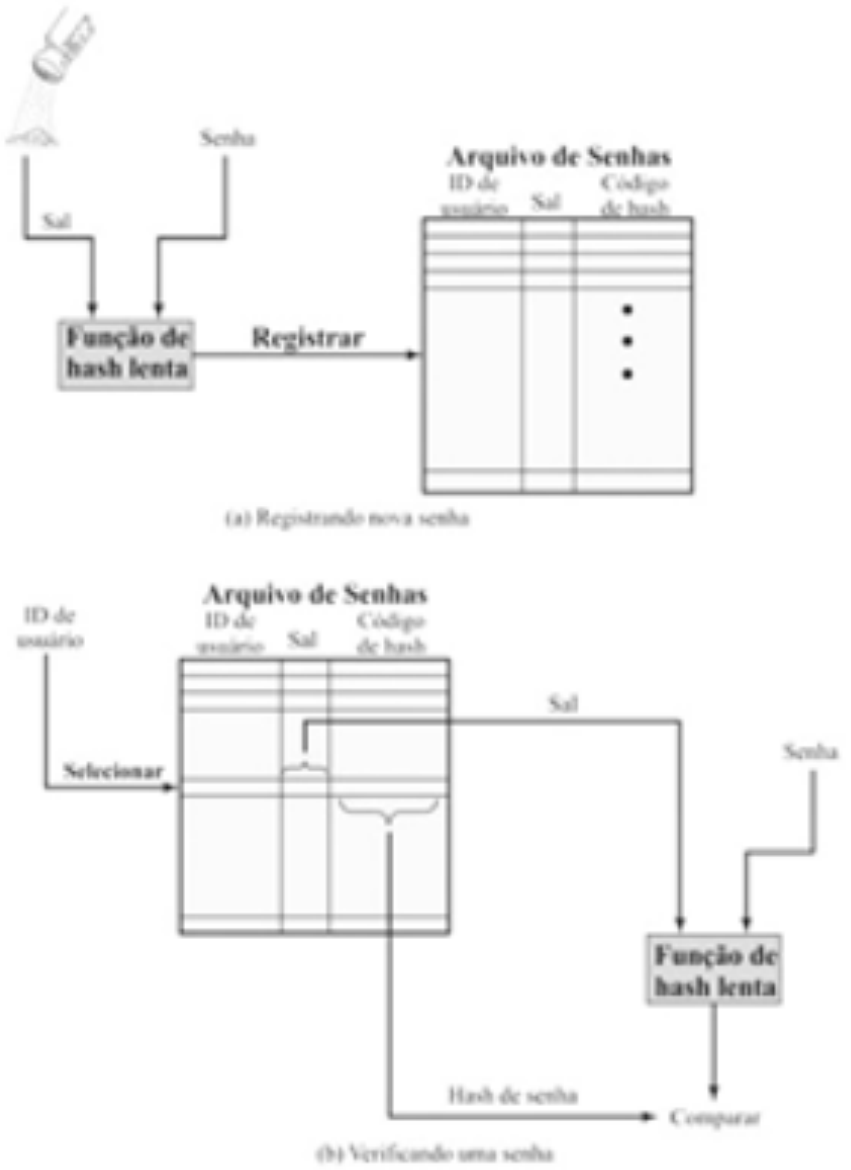
# Vulnerabilidades da autenticação por senha

- Ataque de dicionário offline
- Ataque a conta específica
- Ataque a senha popular
- Adivinhação de senha contra usuário único
- Sequestro de estação de trabalho
- Explorar erros do usuário
- Explorar reutilização de senhas
- Monitoração eletrônica

# Contramedidas

- Impedir acesso não-autorizado a arquivo de senhas
- Medidas para detecção de intrusão
- Mecanismos dedesativação de contas
- Políticas de prevenção ao uso de senhas fracas
- Políticas de treinamento e conscientização
- Estratégias de logout automático
- Criptografia de canais de comunicação

# Uso de hashes de senhas



# Por que sal?

- Impede que senhas duplicadas sejam perceptíveis no arquivo de senhas.
- Aumenta muito a dificuldade de ataques de dicionário off-line.
- Impede a detecção de senhas reutilizadas

# Implementação UNIX

- Esquema original
  - Senha de 8 caracteres com total de 56-bits
  - Rotina de hash baseada em DES
  - Salt de 12-bits
  - Saída de 11 caracteres
  - 25 iterações
- Esquema atualmente considerado extremamente inseguro
- Ainda é usado por questões de compatibilidade e como parâmetro de comparação

# Implementações melhoradas

- Baseadas em melhores algoritmos de hash e maiores tamanhos de senhas e salts
- Muitos sistemas usam MD5
  - Salt de 48-bits
  - Comprimento de senha ilimitado
  - Loop de 1000 iterações
  - Produz hashes de 128-bits
- OpenBSD usa Bcrypt – hash baseado na cifra Blowfish
  - Salt de 128-bits para criar hash de 192-bits

# Quebra de Senha

- Ataques de dicionário
  - Tentar palavras comuns e suas combinações, comparando os hashes contra a tabela de hashes obtida em um arquivo de senhas.
- rainbow table
  - Precomputa uma grande tabela de hashes
  - Se o salt for pequeno, computa uma tabela por salt
    - Exemplo dos salts de 12 bits dos antigos sistemas Unix (V7 de 1979)

# Escolha de senhas

**Tabela 3.1**

**Comprimentos de senhas observados [SPAF92a]**

| Comprimento | Número | Fração do total |
|---|---|---|
| 1 | 55 | 0,004 |
| 2 | 87 | 0,006 |
| 3 | 212 | 0,02 |
| 4 | 449 | 0,03 |
| 5 | 1.260 | 0,09 |
| 6 | 3.035 | 0,22 |
| 7 | 2.917 | 0,21 |
| 8 | 5.772 | 0,42 |
| Total | 13.787 | 1,0 |

**Tabela 3.2**

**Senhas quebradas de um conjunto de amostra de 13.797 contas [KLEI90]**

| Tipo de senha | Tamanho da busca | Número de correspondências | Porcentagem de senhas correspondentes | Razão* custo/ benefício |
|---|---|---|---|---|
| Nome de usuário/conta | 130 | 368 | 2,7% | 2,830 |
| Sequências de caracteres | 866 | 22 | 0,2% | 0,025 |
| Números | 427 | 9 | 0,1% | 0,021 |
| Em chinês | 392 | 56 | 0,4% | 0,143 |
| Nomes de lugares | 628 | 82 | 0,6% | 0,131 |
| Nomes comuns | 2.239 | 548 | 4,0% | 0,245 |
| Nomes de mulher | 4.280 | 161 | 1,2% | 0,038 |
| Nomes de homem | 2.866 | 140 | 1,0% | 0,049 |
| Nomes incomuns | 4.955 | 130 | 0,9% | 0,026 |
| Mitos e lendas | 1.246 | 66 | 0,5% | 0,053 |
| Shakespearianos | 473 | 11 | 0,1% | 0,023 |
| Termos de esporte | 238 | 32 | 0,2% | 0,134 |
| Ficção científica | 691 | 59 | 0,4% | 0,085 |
| Filmes e atores | 99 | 12 | 0,1% | 0,121 |
| Desenhos animados | 92 | 9 | 0,1% | 0,098 |
| Pessoas famosas | 290 | 55 | 0,4% | 0,190 |
| Frases e padrões | 933 | 253 | 1,8% | 0,271 |
| Sobrenomes | 33 | 9 | 0,1% | 0,273 |
| Biologia | 58 | 1 | 0,0% | 0,017 |
| Dicionário de sistema | 19.683 | 1.027 | 7,4% | 0,052 |
| Nomes de máquinas | 9.018 | 132 | 1,0% | 0,015 |
| Mnemônicos | 14 | 2 | 0,0% | 0,143 |
| Bíblia do rei James | 7.525 | 83 | 0,6% | 0,011 |
| Miscelânea de palavras | 3.212 | 54 | 0,4% | 0,017 |
| Palavras em Iídiche | 56 | 0 | 0,0% | 0,000 |
| Asteroides | 2.407 | 19 | 0,1% | 0,007 |
| TOTAL | 62.727 | 3.340 | 24,2% | 0,053 |

# Controle de acesso ao arquivo de senhas

- Possível bloquear a ”adivinhação de senhas” ao negar acesso às senhas criptografadas
  - Disponível apenas a usuários privegiados
  - Frequentemente, se usa um arquivo shadow semarado
- Ainda existem vunlerabilidades
  - Bug/falha de sistema operacional
  - Permissões de leitura acidentalmente concedidas
  - Reaproveitamento de senhas
  - Acesso a partir de mídia de backup não-protegida
  - Sniffing de senha em redes

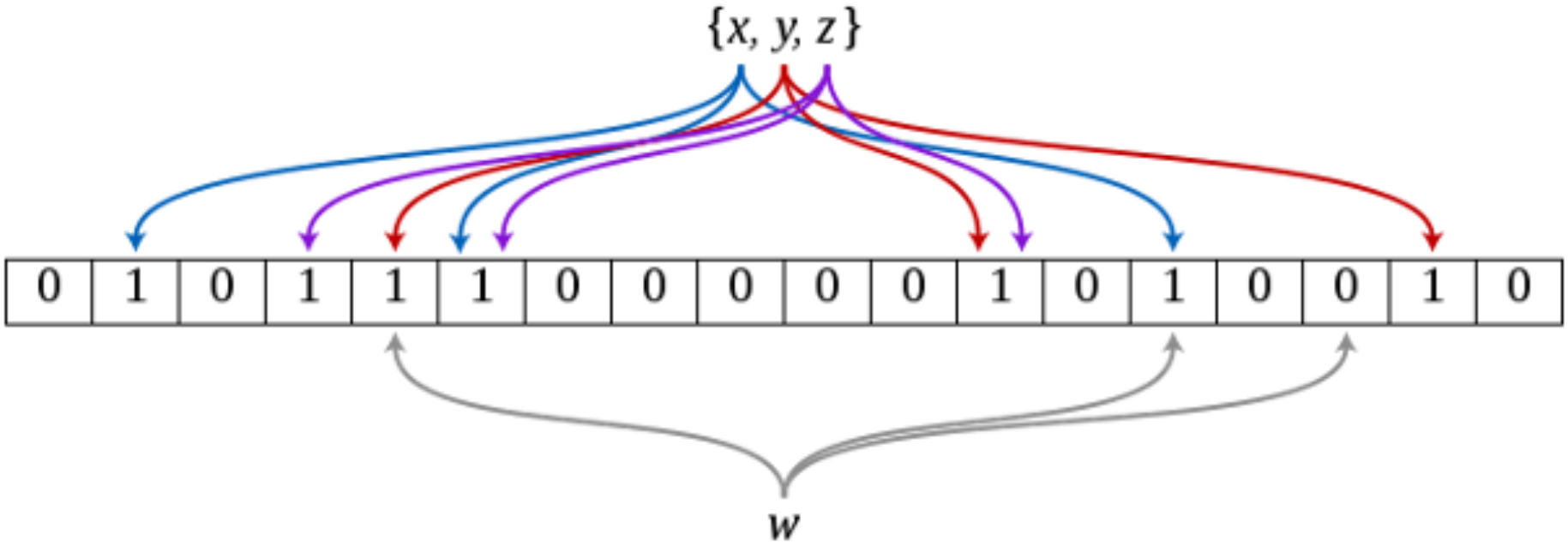
# Escolha de senhas

- Usuários tendem a escolher senhas muito simples
- Senha ”ideal”: escolhida uniformemente sobre o espaço de senhas possíveis
  - Difícil de lembrar
- Técnicas:
  - Educação do usuário
  - Senhas geradas por computador / gerenciadores de senhas
  - Verificação reativa de senhas
  - Verificação proativa de senhas
  - Imposiçã de regras

# Verificação Proativa de Senhas

- Regras e conselhos ao usuário – ex.:
  - Pelo menos 8 caracteres, uso de maiúsculas, minúsculas, números e pontuação
  - pode não ser suficiente – usuário não segue ou "contorna"
- Uso de crackers de senhas
  - limitações de espaço e, principalmente, tempo
- Markov Model
  - Otimiza a busca por senhas "parcialmente conhecidas"
  - Espécie de "análise de similaridade"
- Filtro de Bloom
  - Busca rapidamente se "um elemento está em um conjunto"
  - constrói-se um conjunto de senhas fracas (dicionários)

# Filtro de Bloom



# Autenticação baseada em Token

**Tabela 3.3** Tipos de cartões usados como tokens

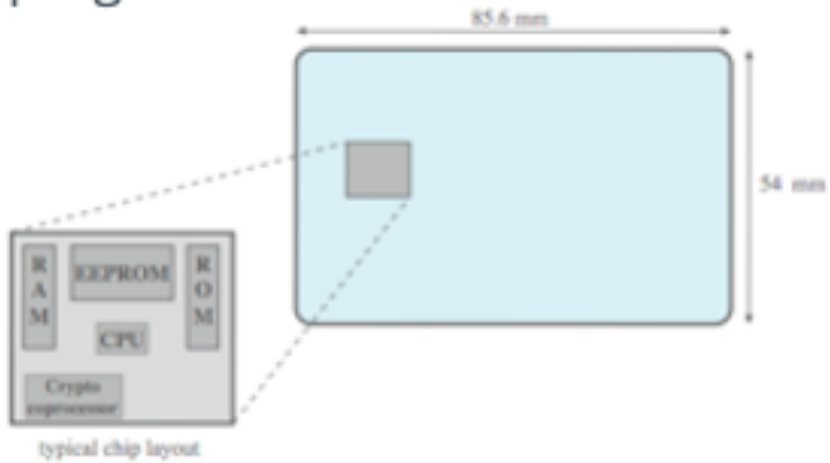
| Tipo do cartão | Característica distintiva | Exemplo |
|---|---|---|
| Gravado em relevo | Somente caracteres em relevo, na frente | Cartão de crédito antigo |
| Fita magnética | Código de barras magnético atrás, caracteres na frente | Cartão bancário |
| Memória | Memória eletrônica interna | Cartão telefônico pré-pago |
| Smart<br>De contato<br>Sem contato | Memória eletrônica e processador internos<br>Contatos elétricos expostos na superfície<br>Antena de rádio sem contato embutida | Cartão de identificação biométrico |

# Cartões de Memória

- Armazenam dados - mas não os processam
- Pode ser usado como fator único de autenticação ou fator adicional
  - Exemplo de fator único: chave de hotel
  - Exemplos de fator adicional: compra com cartão de crédito; acesso a sistema de informação
- Potenciais desvantagens:
  - Requer leitora especial
  - Perda do token
  - Clonagem de token*
  - Insatisfação do usuário

# Smartcard

- Estilo ”cartão de crédito com chip”
- Possui processador, memória e portas de entrada e saída
  - acesso por contato ou sem contato
  - pode possuir co-processador criptográfico
  - memórias ROM, EEPROM, RAM



typical chip layout

# Comunicação com SmartCard

Smart card

Leitora de cartão

**Ativação do smart card**

**ATR**

**Negociação de protocolo PTS**

**Resposta à negociação PTS**

**APDU de comando**

**APDU de resposta**

**Fim da sessão**

APDU = Unidade de dados do protocolo de aplicação
ATR = Resposta à reinicialização
PTS = Seleção do tipo de protocolo

# Estudo de Caso: ICP-Brasil

- Infraestrutura de Chaves Públicas "oficial" brasileira
- Usada para dar validade jurídica a assinaturas digitais
- Equipamentos envolvidos: tokens, smart cards, leitoras de cartão, HSMs
  - Todos esses equipamentos são avaliados por laboratórios e certificados para garantir a proteção dos "parâmetros críticos de segurança"

ICP Brasil

# Estudo de Caso: ICP-Brasil – Smart Cards

Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira

**Manual de Condutas Técnicas 1 – Volume I**
**Requisitos, Materiais e Documentos Técnicos para Homologação de Cartões Criptográficos (*Smart Cards*) no Âmbito da ICP-Brasil**

**Versão 4.2**

**BRASÍLIA, 03 DE AGOSTO DE 2017**

Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira

**1. Introdução**

Este documento descreve os requisitos técnicos a serem observados no processo de homologação de cartões criptográficos (*smartcards*) ICP no âmbito da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira, a ICP-Brasil.
Para uma melhor compreensão do disposto neste documento, entenda-se por cartão criptográfico ICP um cartão de circuito integrado (*Integrated Circuit Card* – ICC) com capacidade de geração e armazenamento de chaves criptográficas assimétricas e processamento criptográfico assimétrico e armazenamento de certificados digitais voltados para utilização em uma Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira (ICP-Brasil).

**1.1. Objetivo da homologação**

O objetivo do processo de avaliação de conformidade é verificar a interoperabilidade e operação segura do cartão criptográfico ICP-BRASIL por meio da aderência aos requisitos técnicos definidos neste manual.

**1.2. Descrição do processo de homologação**

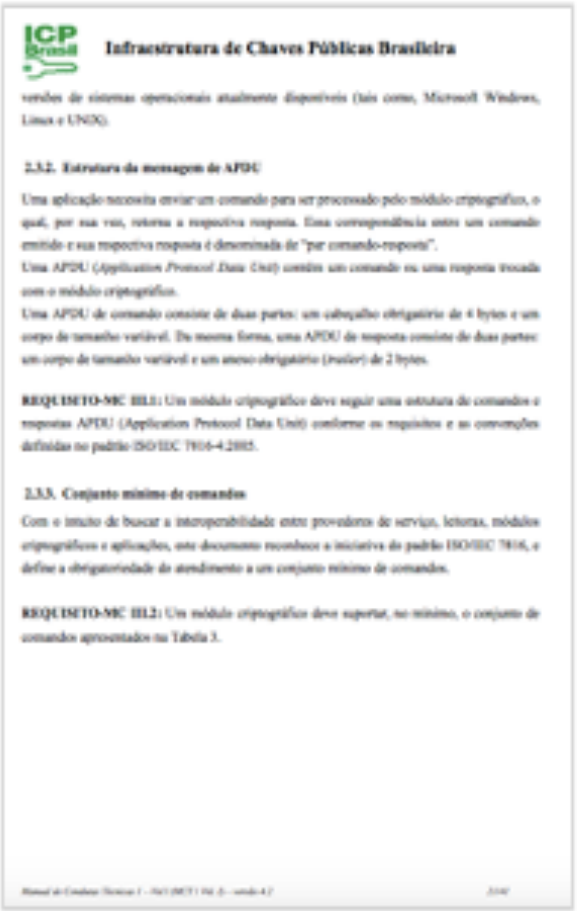
O processo de homologação é baseado em um conjunto de requisitos técnicos definidos no presente manual que devem ser atendidos por um cartão criptográfico ICP-BRASIL para prover interoperabilidade dos cartões através de sua padronização e operação segura de acordo com níveis de segurança previamente definidos, conforme descrito abaixo.

A versão atual deste manual considera dois possíveis níveis de segurança de homologação para cartões criptográficos ICP-Brasil.

Por questão de compatibilidade com as versões anteriores deste manual, optou-se por manter a denominação Nível 1 para o nível de homologação baseado em avaliação funcional e documental e Nível 3 para o nível de homologação baseado na análise das especificações completas e detalhadas do equipamento, inclusive de seu software.

- Nível 1: consiste em uma verificação de aderência através da análise funcional e documental. Este nível adiciona segurança limitada ao cartão, sendo aplicável quando





Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira

versões de sistemas operacionais atualmente disponíveis (tais como, Microsoft Windows, Linux e UNIX).

**2.3.2. Estrutura da mensagem de APDU**

Uma aplicação necessita enviar um comando para ser processado pelo módulo criptográfico, o qual, por sua vez, retorna a respectiva resposta. Essa correspondência entre um comando emitido e sua respectiva resposta é denominada de "par comando-resposta".
Uma APDU (*Application Protocol Data Unit*) contém um comando ou uma resposta trocada com o módulo criptográfico.
Uma APDU de comando consiste de duas partes: um cabeçalho obrigatório de 4 bytes e um corpo de tamanho variável. Da mesma forma, uma APDU de resposta consiste de duas partes: um corpo de tamanho variável e um anexo obrigatório (*trailer*) de 2 bytes.

**REQUISITO-MC III.1:** Um módulo criptográfico deve seguir uma estrutura de comandos e respostas APDU (Application Protocol Data Unit) conforme os requisitos e as convenções definidas no padrão ISO/IEC 7816-4:2005.

**2.3.3. Conjunto mínimo de comandos**

Com o intuito de buscar a interoperabilidade entre provedores de serviço, leitoras, módulos criptográficos e aplicações, este documento reconhece a iniciativa do padrão ISO/IEC 7816, e define a obrigatoriedade de atendimento a um conjunto mínimo de comandos.

**REQUISITO-MC III.2:** Um módulo criptográfico deve suportar, no mínimo, o conjunto de comandos apresentados na Tabela 3.

# ICP-Brasil: *case* dos Objetos Metrológicos

Instituto Nacional de Tecnologia da Informação

CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Área de Imprensa | Glossário | Perguntas Frequentes

ITI

## Certificado Digital ICP-Brasil será usado para combater fraudes na venda de gasolina

MAIS ACESSADOS

- CAR
- Credenciamento
- Navegadores
- Repositório
- Verificador
- Mapa da Certificação Digital

ASSUNTOS

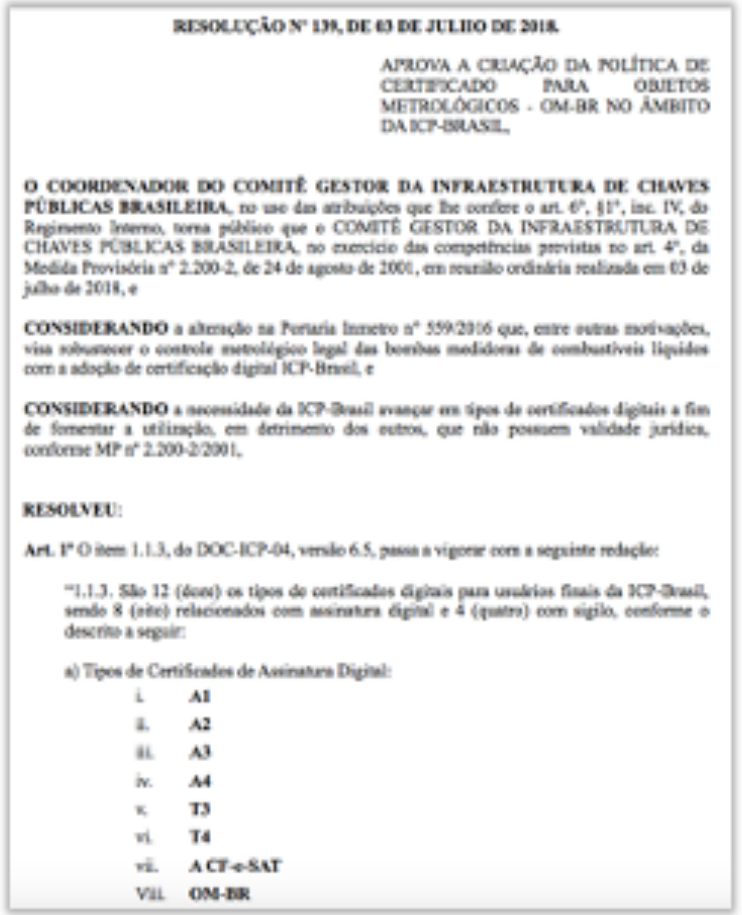
- Auditoria ICP-Brasil
- Certificado Digital
- Comitê Gestor
- Consulta Pública
- Fiscalização
- Homologação
- ICP-Brasil
- Legislação
- Publicações Técnicas
- Ranking de emissões

Um novo tipo de certificado digital no padrão da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileiras – ICP-Brasil foi anunciado durante o 16º Certforum - Fórum de Certificação Digital. No painel "Certificado digital nas bombas de gasolina", o assessor técnico da presidência do ITI, Ruy Ramos, explicou que a novidade será destinada a objetos metrológicos aprovados pelo Inmetro.

Inicialmente, o novo certificado digital estará presente nas bombas de gasolina, mas poderá ser aplicado em outros equipamentos, como balanças e relógios medidores de energia elétrica. Avindo de parceria entre as duas entidades, o principal objetivo desse novo certificado é coibir fraudes ocorridas na venda de combustíveis.

De acordo com dados da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – Fiesp, o prejuízo pode chegar a R$ 200 bilhões apenas ao governo do estado de São Paulo por causa das fraudes em diversos setores da economia. Segundo explicitou o presidente do Inmetro Carlos Augusto de Azevedo, essa parceria com o ITI representa apenas o início do uso da certificação digital em conjunto com a metrologia nesse combate. Azevedo disse que optou-se inicialmente pelas bombas de gasolina por elas serem um dos objetos mais fraudados no país.

Os palestrantes indicaram que a fraude metrológica se torna uma burla fiscal, problema grave para todo o país. Eles afirmaram que o papel dos institutos é justamente impedir que esses problemas aconteçam. "Esta união entre a certificação digital e Inmetro é um plano pioneiro do Brasil, ação histórica e projeto de vanguarda no mundo", afirmou o presidente do Inmetro. Este novo modelo de certificado digital para dispositivos ou objetos metrológicos deverá ter validade de 10 anos, requisição assinada por certificado do fabricante, hardware criptográfico certificado pelo Inmetro, entre outras características técnicas.



**RESOLUÇÃO Nº 139, DE 03 DE JULHO DE 2018.**

APROVA A CRIAÇÃO DA POLÍTICA DE CERTIFICADO PARA OBJETOS METROLÓGICOS - OM-BR NO ÂMBITO DA ICP-BRASIL.

**O COORDENADOR DO COMITÊ GESTOR DA INFRAESTRUTURA DE CHAVES PÚBLICAS BRASILEIRA**, no uso das atribuições que lhe confere o art. 6º, §1º, inc. IV, do Regimento Interno, torna público que o COMITÊ GESTOR DA INFRAESTRUTURA DE CHAVES PÚBLICAS BRASILEIRA, no exercício das competências previstas no art. 4º, da Medida Provisória nº 2.200-2, de 24 de agosto de 2001, em reunião ordinária realizada em 03 de julho de 2018, e

**CONSIDERANDO** a alteração na Portaria Inmetro nº 559/2016 que, entre outras motivações, visa robustecer o controle metrológico legal das bombas medidoras de combustíveis líquidos com a adoção de certificação digital ICP-Brasil, e

**CONSIDERANDO** a necessidade da ICP-Brasil avançar em tipos de certificados digitais a fim de fomentar a utilização, em detrimento dos outros, que não possuem validade jurídica, conforme MP nº 2.200-2/2001,

**RESOLVEU**:

**Art. 1º** O item 1.1.3, do DOC-ICP-04, versão 6.5, passa a vigorar com a seguinte redação:

"1.1.3. São 12 (doze) os tipos de certificados digitais para usuários finais da ICP-Brasil, sendo 8 (oito) relacionados com assinatura digital e 4 (quatro) com sigilo, conforme o descrito a seguir:

a) Tipos de Certificados de Assinatura Digital:

i. **A1**
ii. **A2**
iii. **A3**
iv. **A4**
v. **T3**
vi. **T4**
vii. **A CF-e-SAT**
VIII. **OM-BR**

# Autenticação Biométrica

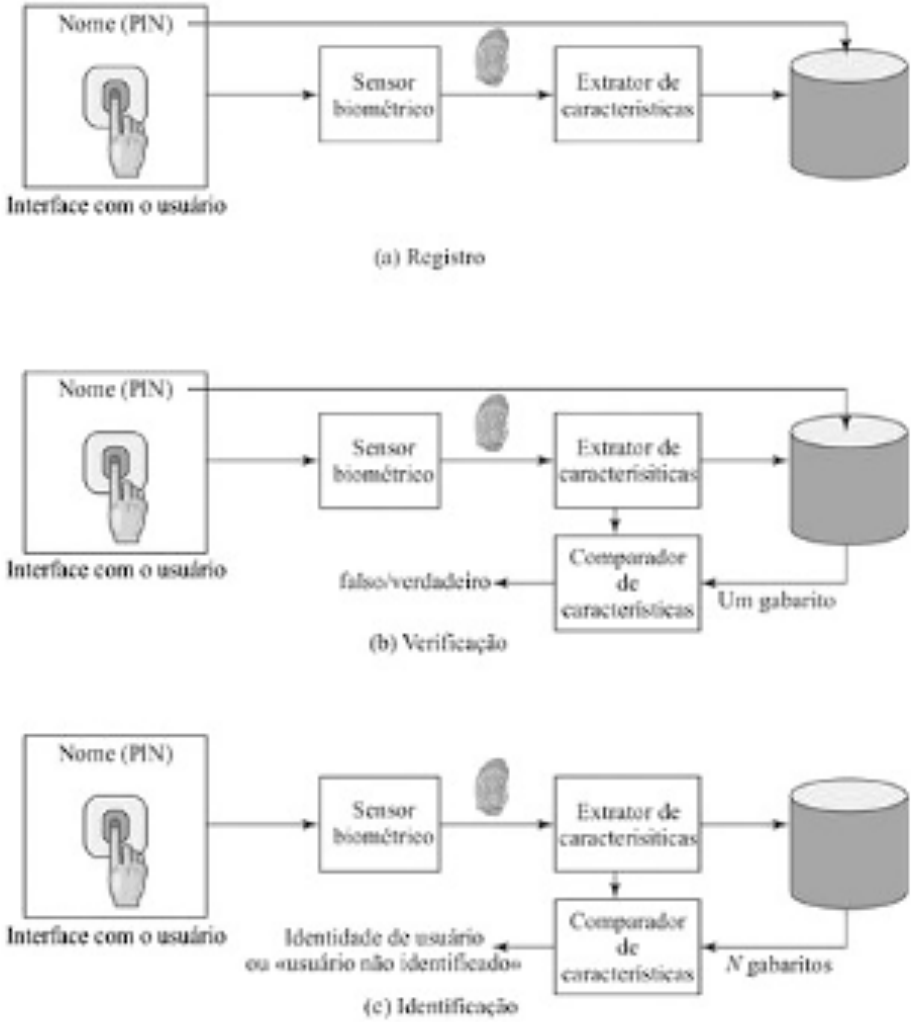
- Autenticação de usuário com base em características físicas únicas
  - Exemplos: impressão digital, geometria da mão, características faciais e padrões de retina e íris, e características dinâmicas, como registro de voz e assinatura
- Baseada em reconhecimento de padrões
- Comparativamente complexa e cara

# Características físicas usadas em aplicações biométricas

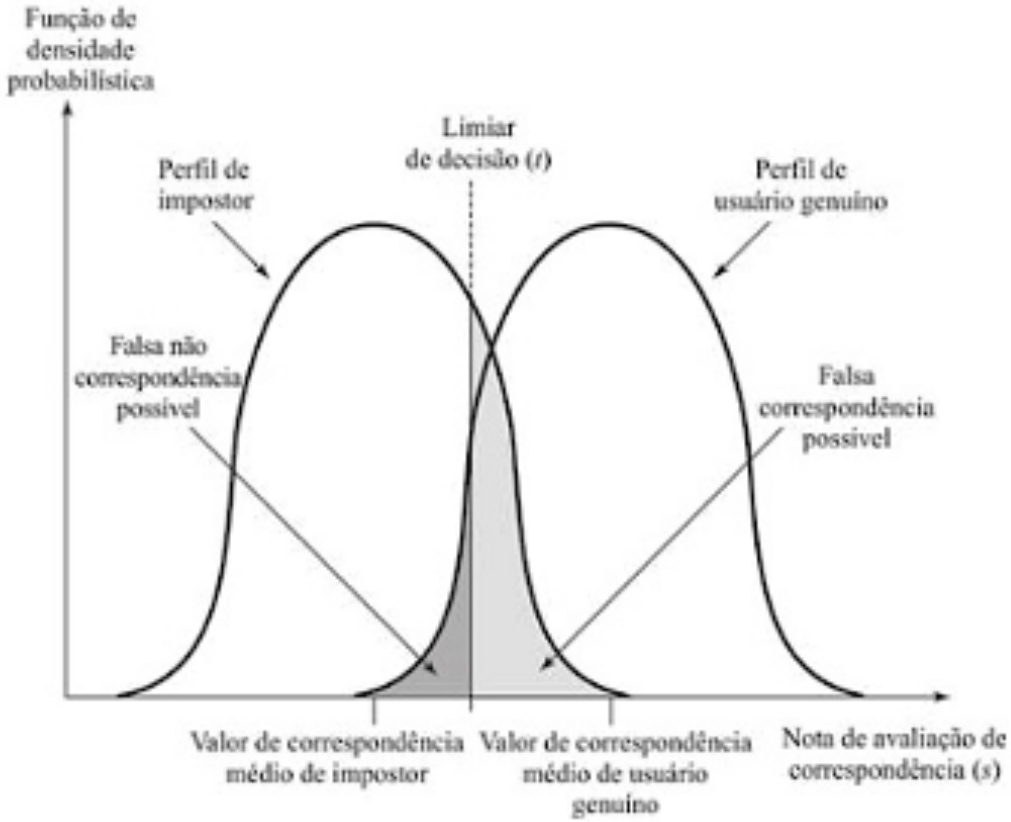
- Características faciais
- Impressões digitais
- Geometria da mão
- Padrão da retina
- Íris
- Assinatura
- Voz

# Custo vs acurácia das características biométricas

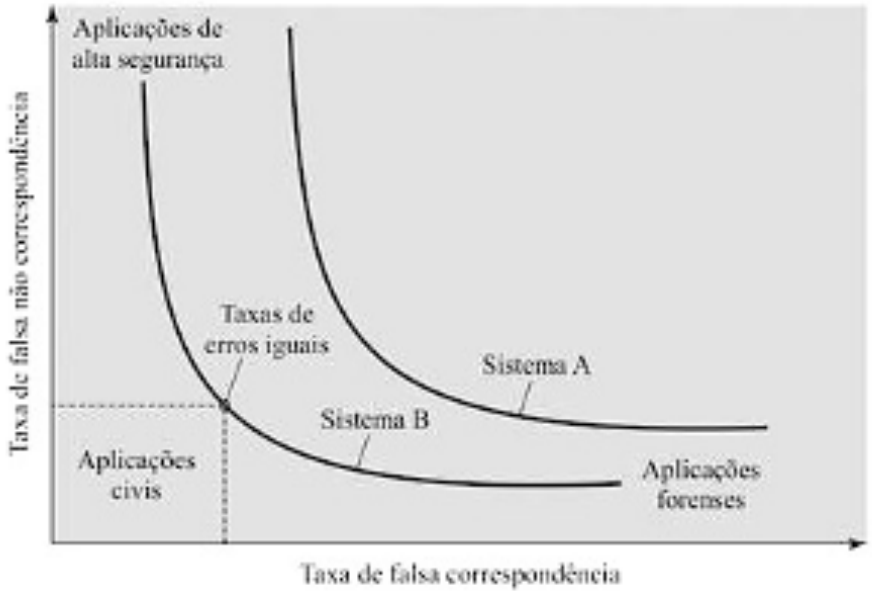
# Operação de um sistema de autenticação biométrica

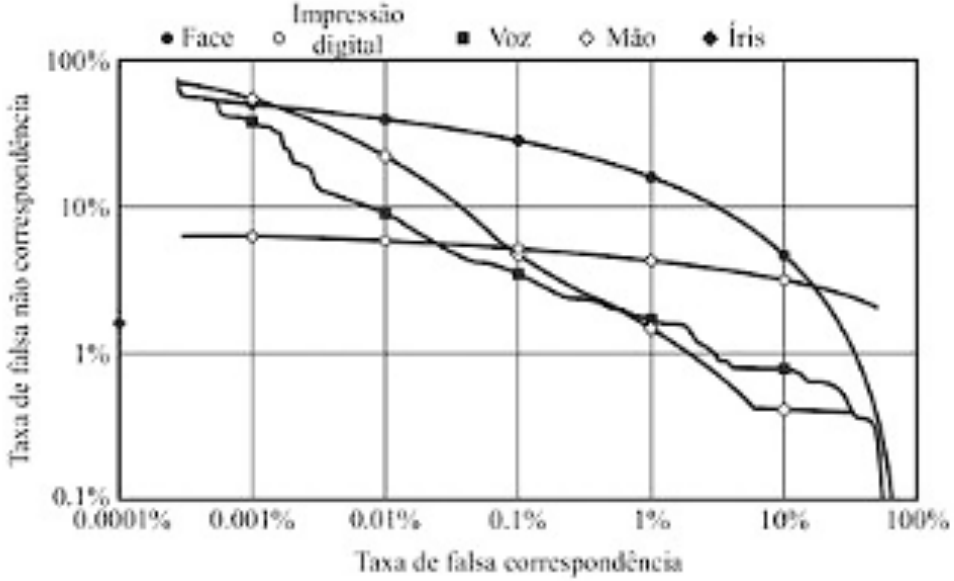


# Acurácia Biométrica



# Acurácia Biométrica



# Autenticação de Usuário Remoto

- Autenticação a partir de redes é um problema complexo
  - problemas como escuta/monitoramento, reenvio de mensagem etc.
- Mecanismos geralmente se beneficiam de estratégia desafio-resposta
  - usuário envia identidade
  - sistema retorna número aleatório
  - usuário responde função da senha e do número aleatório
  - sistema calcula função da senha e número aleatório e compara

# Protocolos simples de desafio/resposta

| Cliente | Transmissão | Sistema |
|---|---|---|
| $U$, usuário | $U \rightarrow$ | |
| | $\leftarrow \{r, h(), f()\}$ | número aleatório<br>funções h(), f() |
| senha $P'$<br>$r'$,retorno de $r$ | $f(r', h(P')) \rightarrow$ | |
| | $\leftarrow$ sim/não | se $f(r', h(P')) =$<br>$f(r, h(P(U)))$<br>então sim senão não |

(a) Protocolo para uma senha

| Cliente | Transmissão | Sistema |
|---|---|---|
| $U$, usuário | $U \rightarrow$ | |
| | $\leftarrow \{r, h(), f()\}$ | $r$, número aleatório<br>funções h(), f() |
| $P' \rightarrow W'$<br>senha para código<br>de acesso via token<br>$r'$, retorno de $r$ | $f(r', h(W')) \rightarrow$ | |
| | $\leftarrow$ sim/não | se $f(r', h(W')) =$<br>$f(r, h(W(U)))$<br>então sim senão não |

(b) Protocolo para um token

| Cliente | Transmissão | Sistema |
|---|---|---|
| $U$, usuário | $U \rightarrow$ | |
| | $\leftarrow \{r, E()\}$ | $r$, número aleatório<br>E(), função |
| biometria $B' \rightarrow BT'$<br>$D'$dispositivo<br>biométrico<br>$r'$ retorno de $r$ | $E(r', D', BT') \rightarrow$ | $E^{-1}E(r', P', BT') =$<br>$(r', P', BT')$ |
| | $\leftarrow$ sim/não | se $r' = r$ e $D' = D$<br>e $BT' = BT(U)$<br>então sim senão não |

(c) Protocolo para biometria estática

| Cliente | Transmissão | Sistema |
|---|---|---|
| $U$, usuário | $U \rightarrow$ | |
| | $\leftarrow \{r, x, E()\}$ | $r$, número aleatório<br>$x$, desafio na forma de<br>sequência aleatória<br>E(), função |
| $B', x' \rightarrow BS'(x')$<br>$r'$, retorno de $r$ | $E(r', BS'(x')) \rightarrow$ | $E^{-1}E(r', BS'(x')) =$<br>$(r', BS'(x'))$<br>extrair $B'$ de $BS'(x')$ |
| | $\leftarrow$ sim/não | se $r' = r$ e $x' = x$<br>e $B' = B(U)$<br>então sim senão não |

(d) Protocolo para biometria dinâmica

# Questões de segurança de autenticação

| Ataques | Autenticadores | Exemplos | Defesas típicas |
|---|---|---|---|
| **Ataque a cliente** | Senha | Adivinhação, busca exaustiva | Grande entropia; tentativas limitadas |
| | Token | Busca exaustiva | Grande entropia; tentativas limitadas; roubo de objeto requer presença |
| | Biométrico | Falsa correspondência | Grande entropia; tentativas limitadas |
| **Ataque a sistema** | Senha | Roubo de texto às claras, busca em dicionário, busca exaustiva | Uso de hash; grande entropia; proteção de banco de dados de senhas |
| | Token | Roubo de código de acesso | Mesmas da senha; código de acesso de uso único |
| | Biométrico | Roubo de gabarito | Captura de dispositivo de autenticação; desafio/resposta |
| **Escuta, roubo e cópia** | Senha | "Olhar sobre os ombros" ("shoulder surfing") | Diligência do usuário para proteger segredo; diligência do administrador para revogar rapidamente senhas comprometidas; autenticação multifator |
| | Token | Roubo, falsificação de hardware | Autenticação multifator; token resistente ou que evidencia falsificação |
| | Biométrico | Cópia (spoofing) da biometria | Detecção de cópia no dispositivo de captura e autenticação do dispositivo de captura |
| **Repetição** | Senha | Repetição de resposta roubada para senha | Protocolo de desafio/resposta |
| | Token | Repetição de resposta roubada para código de acesso | Protocolo de desafio/resposta; código de acesso de uso único |
| | Biométrico | Repetição de resposta roubada para gabarito biométrico | Detecção de cópia no dispositivo de captura e autenticação do dispositivo de captura via protocolo de desafio/resposta |
| **Cavalo de Troia** | Senha, token, biometria | Instalação de cliente falso ou dispositivo de captura | Autenticação de cliente ou dispositivo de captura dentro do perímetro de segurança confiável |
| **Negação de service** | Senha, token, biometria | Bloqueio após várias autenticações fracassadas | Multifator com token |