Certificação

Conceitos de Segurança da Informação
José Carlos Bacelar Almeida
(jba@di.uminho.pt)

Certificados digitais de chave pública

Documento assinado contendo uma associação entre uma dada entidade (identidade) e uma chave pública.

Objecto: entidade detentora de um par de chaves.

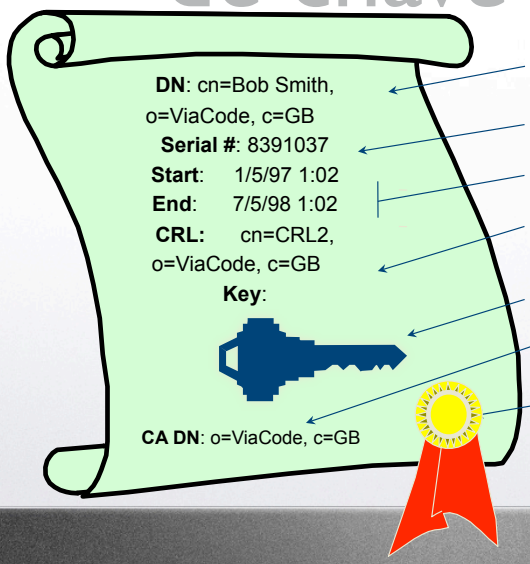
Assinante: *Autoridade de Certificação* a quem se reconhece autoridade (e se confia) para estabelecer as referidas associações entre identidades e chaves públicas.

Verificador: utilizador de técnicas criptográficas assimétricas que necessita de garantias que a chave pública corresponde à entidade presumida.

Outra informação contida nos certificados:

- Data de validade (do certificado e da chave nele contida)
- Aplicabilidade (da chave pública) do certificado
- ...

Estrutura de um certificado de chave pública



Identificador (único) da entidade *objecto*

Número de série

Período de validade

Extensões...

Chave Pública

Identificação da autoridade emissora

Assinatura digital da Autoridade de Certificação (CA)

Alguns *standards* de certificados de chave pública

- **X509(v3)** - originalmente concebido para dotar o serviço de directoria X500 de mecanismos seguros de autenticação. Foi posteriormente adoptado como base para os mais populares esquemas de certificação (PKIX; em protocolos sobre a *Web*; correio electrónico; etc.)
- **PGP** - certificados utilizados na popular aplicação de *mail (Pretty Good Privacy)*.
- **SPKI/SDSI** - certificados vocacionados para autenticação.

Identidades...

- A associação de uma chave pública a uma entidade é realizada por intermédio de uma *identificação*.
  - deve a identificação de uma entidade ser globalmente única (se sim, será isso possível?)
  - são realmente imprescindíveis?
- Por motivos históricos os certificados X509 herdaram o esquema de nomes dos nós serviço de directoria X500 - *Distinguished Names (DNs)*

  C=PT / P=Minho / O="Universidade do Minho" / OU="Departamento de Informática" / CN="José"
- Hierarquia implícita nos nomes (prefixação)
- Muitas vezes é preferível utilizar nomes mais informativos... (e.g. xpto@abc.org; ...)

Modelos de Confiança

Modelo Rígido: utilizadores dispõe da chave pública da(s) entidade(s) autorizadas a emitir certificados. (Intranet; WEB)

Modelo Hierárquico rígido: uma só CA que dispõe da capacidade de delegar noutras (sub-)CAs a capacidade de emissão de certificados. (e.g. X509 PEM)

Modelo Hierárquico distribuído: um conjunto de hierarquias coabitam podendo existir certificação cruzada entre essas árvores. (e.g. X509 PKIX; WEB)

Modelo em Rede: é dada a cada utilizador a capacidade de emitir certificados, cabendo assim a quem faz uso desses certificados avaliar o grau de confiança que esses certificados lhe merecem. (e.g. PGP)

Componentes de uma *PKI*

- É normal identificarmos os seguintes componentes numa Infra-estrutura de Chave Pública:
  - **Autoridade de Certificação (CA)** - que detém a responsabilidade de emitir; revogar; manter e disponibilizar a informação dos certificados.
  - **Autoridade de Registo (RA)** - que serve de *interface* entre os "clientes" da autoridade de certificação e a CA. É normal serem estas entidades as responsáveis pela validação da informação contida nos certificados.
  - **Repositório** - onde se mantém a informação de todos os certificados emitidos (e dos revogados - CRLs) e se disponibiliza mecanismos de acesso a essa informação (e.g. LDAP; FTP; HTTP).
  - **Arquivo** - onde se guardam os certificados (mesmo caducados) para permitir a verificação de assinaturas "antigas".

Estrutura base de um certificado X509 (v3)

Version	2 (V1=0, V2=1, V3=2)
Serial Number	56
Signature Algorithm	sha1RSA
Issuer DN	C=US;S=UTAH;O=DST;OU=DSTCA;CN=RootCA
Validity Period	05/02/2000 08:00:00 to 05/02/2001 08:00:00
Subject DN	C=US;O=GOV;O=NIH;OU=CIT;CN=Mark Silverman
Subject Public Key	RSA, 3081 8902 8181 … 0001
Issuer UID	Usually omitted
Subject UID	Usually omitted
Extensions	Optional Extensions
Signature Algorithm	sha1RSA (same as above)
Signature	302C 0258 AE18 7CF2 … 8D48

Extensões...

- Fornecem informação adicional sobre o objecto do certificado
  - Email; DNS name; etc.
  - Pontos de acesso da Certificate Revocation List (CRL); Certificate Practice Statement (CPS); etc.
  - Caracterizar aplicabilidade do certificado (e.g. se pode emitir certificados; se só pode ser utilizado para assinatura digital; etc.)
- Algumas das extensões mais utilizadas:

  altName - identificação alternativa para objecto do certificado.

  keyUsage; **nsCertType** - caracteriza aplicabilidade do cert.

  basicConstrains; **nameConstrains** - determina se entidade objecto pode (ou não) emitir certificados (i.e. se é sub-CA).

  policyId - identificador da *Policy* do certificado.
- Extensões podem ser **críticas**...
- *Profiles* - estabelecem a estrutura dos certificados...

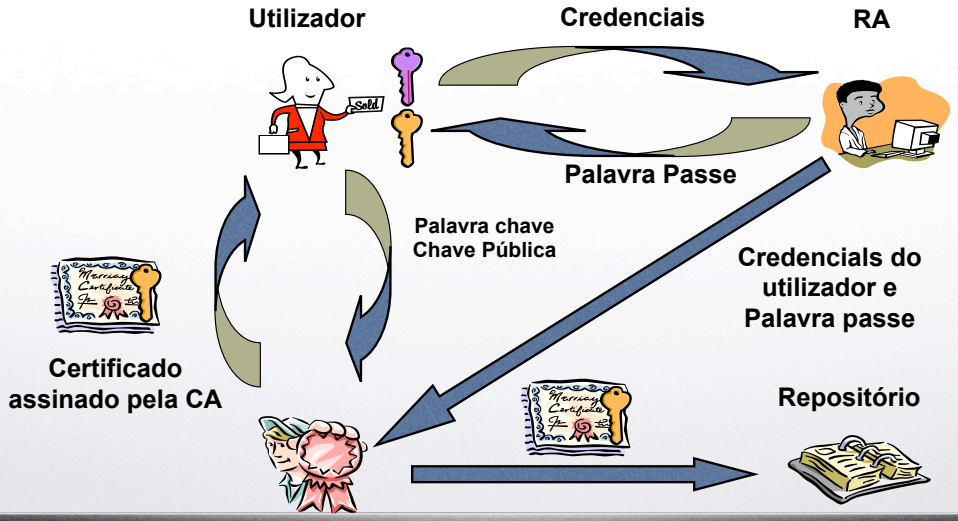
Exemplo...

```
Certificate:
    Data:
        Version: 3 (0x2)
        Serial Number: 1 (0x1)
        Signature Algorithm: md5WithRSAEncryption
        Issuer: C=PT, ST=Minho, L=Braga, O=UM, OU=LMF (Dummy CA)/Email=root@localhost
        Validity
            Not Before: Oct  5 16:49:16 2001 GMT
            Not After : Oct  5 16:49:16 2003 GMT
        Subject: C=PT, ST=Minho, L=Braga, O=UM, OU=LMF (Dummy CA)/Email=root@localhost
        Subject Public Key Info:
            Public Key Algorithm: rsaEncryption
            RSA Public Key: (1024 bit)
                Modulus (1024 bit):
                    00:d7:.........
                    ......................
                Exponent: 65537 (0x10001)
        X509v3 extensions:
            Netscape Comment:
                This CA issues SSL server certificates.
            Netscape CA Policy Url:
                https://localhost/ServerCerts/policy.html
            Netscape Cert Type:
                SSL CA
            X509v3 Basic Constraints:
                CA:TRUE
```

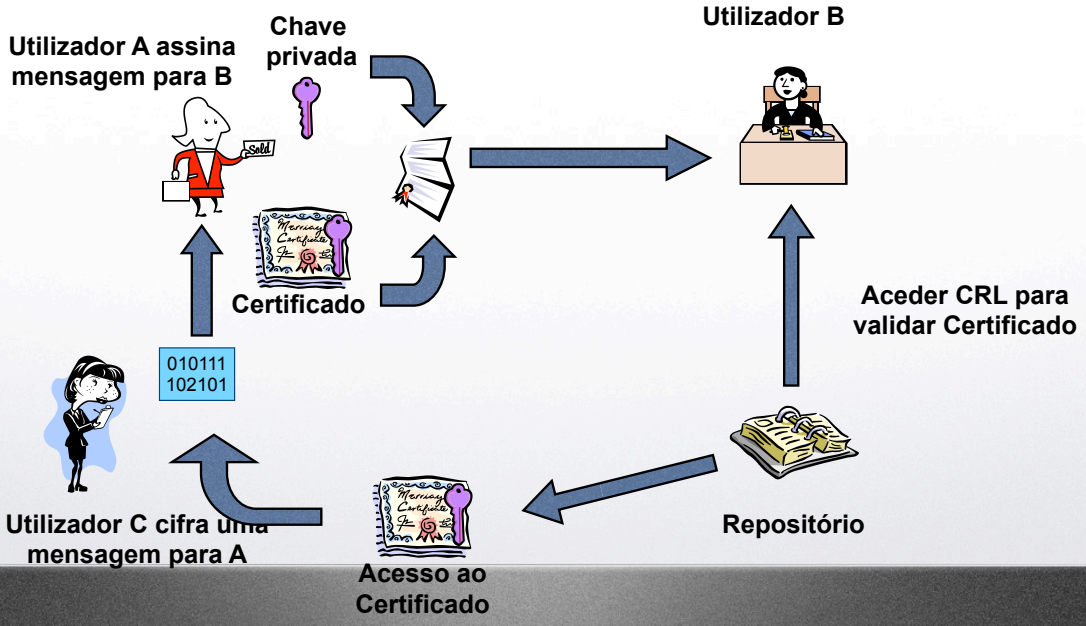
```
X509v3 Subject Key Identifier:
                3A:F7:61:90:F9:B3:CE:A0:82:18:B9:8A:91:C7:6C:21:B2:EE:C6:EF
            X509v3 Authority Key Identifier:
                keyid:46:49:CE:A6:16:CC:A9:86:61:9B:E3:92:47:A4:8E:43:75:2B:57:4B
                DirName:/C=PT/ST=Minho/L=Braga/O=UM/OU=LMF (Dummy CA)/Email=root@localhost
                serial:00
X509v3 Key Usage:
                Certificate Sign, CRL Sign
            X509v3 Extended Key Usage:
                Netscape Server Gated Crypto, Microsoft Server Gated Crypto
            X509v3 Subject Alternative Name:
                URI:https://localhost/pyca/get-cert.py/ServerCerts/ca.crt
            X509v3 Issuer Alternative Name:
                URI:https://localhost/pyca/get-cert.py/Root/ca.crt
            X509v3 Certificate Policies:
                Policy: 1.2.3.4
                  CPS: https://localhost/ServerCerts/policy.html
                  User Notice:
                    Organization: Looser Org. with bad CA admin.
                    Numbers: 4, 2
                    Explicit Text: This CA issues SSL server certificates.

    Signature Algorithm: md5WithRSAEncryption
        43:fe:bd:3d:0a:4c:71:30:46:78:93:63:c1:52:31:a9:49:b7:
        0f:07:d9:79:1e:fb:cf:5d:cd:ca:0d:df:f4:68:09:51:7c:bf:
        d9:33:ba:...........
```

Pedido de certificados...



Utilização dos certificados...

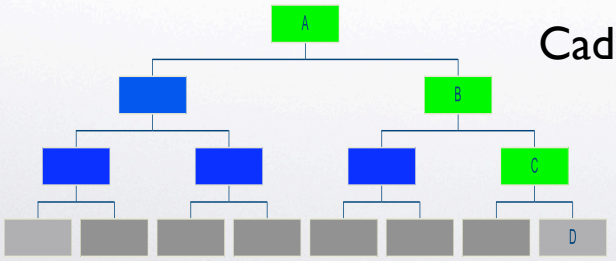


Revogação

- Se uma chave privada é comprometida torna-se necessário "ANULAR" o certificado emitido para a respectiva chave pública.
- Uma *Certificate Revocation List (CRL)* consiste numa lista de certificados revogados por uma dada CA numa determinada data (assinada por esta) - tal como as "listas negras" dos cartões de crédito.
- O mecanismo de acesso às CRLs é um ponto fraco:
  - um instruso pode "impedir" o acesso ao ponto de distribuição
  - um intruso pode "enviar" uma lista desactualizada
- ...por isso, é conveniente as CRLs serem distribuídas com uma periodicidade fixa.
- Surgiram já esquemas alternativos que minimizam estes problema (On-line Certificate Status Protocol; etc.)

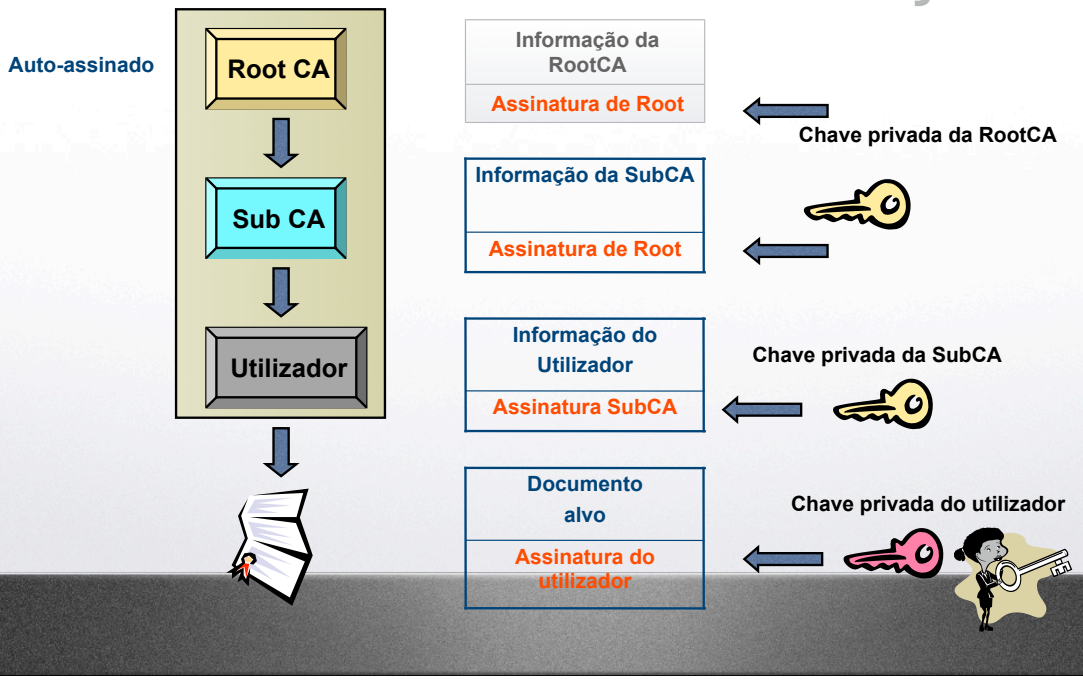
Cadeia de certificação

- Num modelo hierárquico, designa-se por **cadeia de certificação** a sequência de certificados envolvidos entre o certificado do utilizador final e a raiz da hierarquia de certificação.
- É normal os topos das hierarquias de certificação fazerem uso de certificados **auto-assinados.**



Cadeia de certificação:
A/B/C/D

Cadeia de Certificação



Verificação de Certificados

- Para cada certificado da **cadeia de certificação** (da raiz para a certificado alvo):
  - Verificar a validade da assinatura
  - Verificar a aplicabilidade do certificado (face às extensões)
  - Verificar se não foi revogado (e.g. consultando CRLs)

Outros esquemas de certificação...

Algumas críticas apontadas ao modelo PKIX:

- Certificados foram desenhados para "identificação" e são normalmente utilizados para "autenticação".
- Modelo hierarquico é rígido e não reflete estruturas sociais comuns.

O grande argumento a favor...

- foi adoptado como "standard *de facto"* pelos protocolos "da WEB" (i.e. pelos fabricantes dos browsers...)

Algumas alternativas/extensões

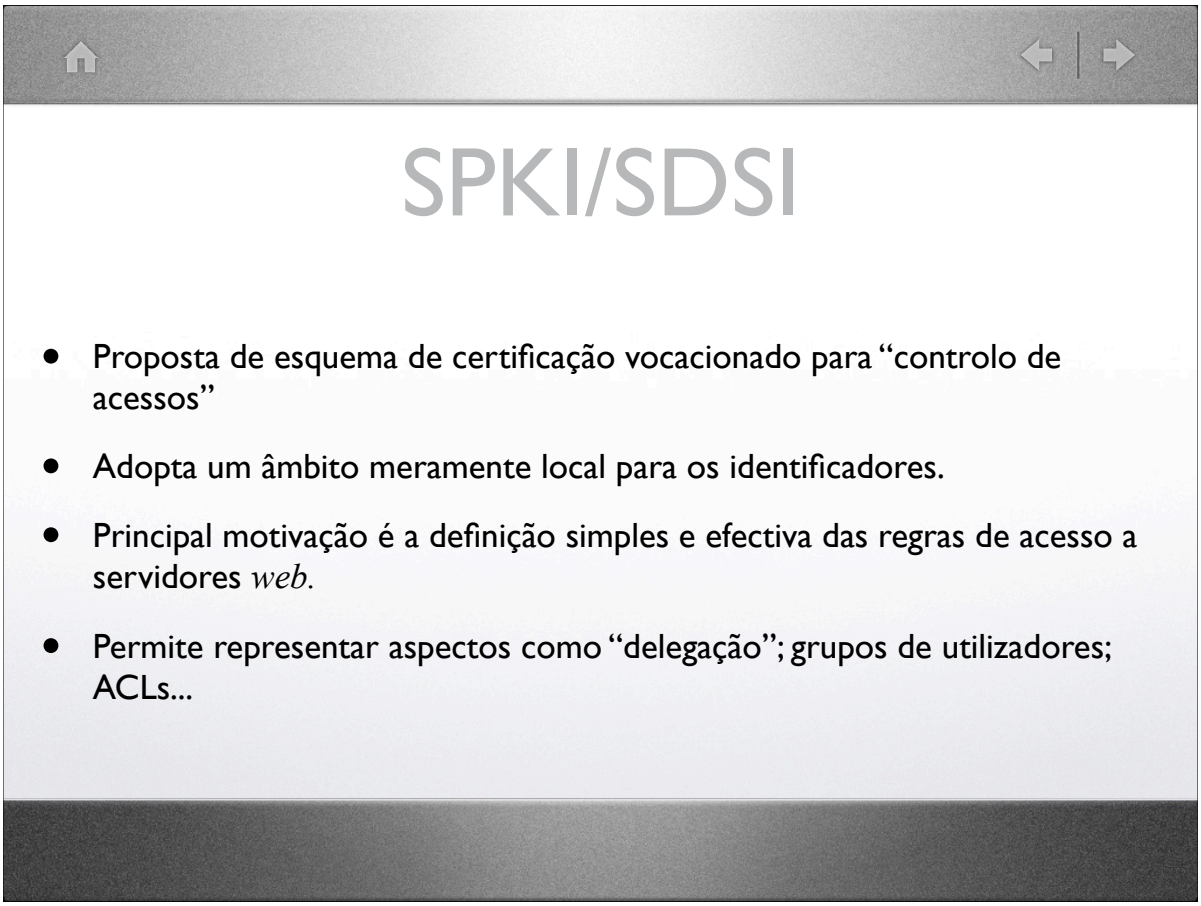
- Certificados de atributos
- PGP *web of trust*
- SPKI/SDSI

Certificados de Atributos

- Standard que complementa os certificados de chave pública com vista a responder convenientemente a utilizações envolvendo "autorizações".
- Certificados *light* em que se associa uma identidade a determinados atributos (e.g. permissões de acesso; recibos de pagamentos; etc.)
- Dado que os certificados de atributos não dispõe de chave pública, estes são utilizados juntamente com certificados X509 normais (certificados de chave pública são responsáveis pela "identificação", e os de atributos pela "autorização").
- ... podem ser entendidos como "acrescentos" aos certificados de chave pública.
- Autoridade emissora dos certificados de atributos não necessita ser a mesma que emite os certificados de chave pública.

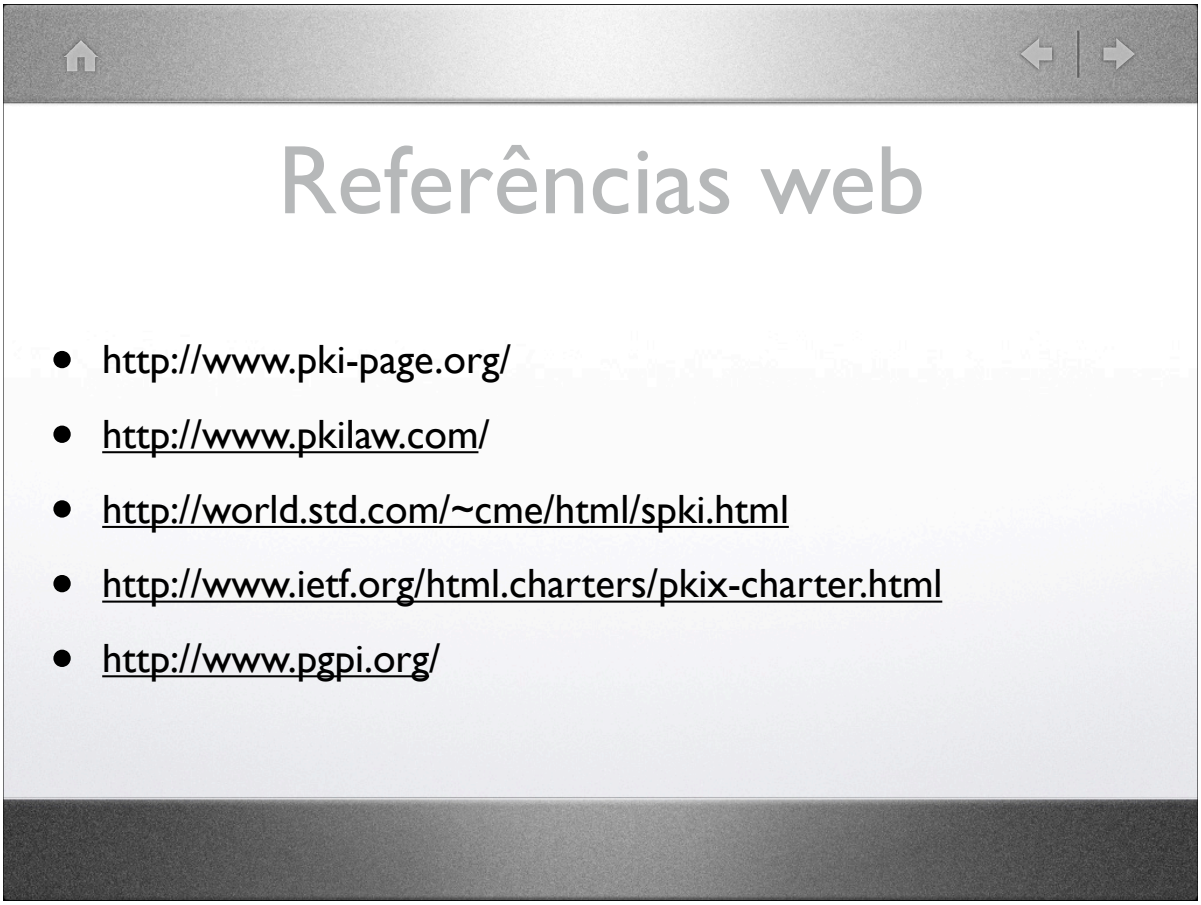
PGP *web of trust*

- A todas as entidades é permitida a produção de certificados (i.e assinar digitalmente uma associação entre chaves públicas e identidades).
- Cada utilizador atribui um determinado "grau de confiança" aos certificados assinados com uma determinada chave de sua confiança (*pub-ring*).
- Avaliação da confiabilidade de novas chaves é estabelecida por intermédio de heurísticas (e.g. três derivações com nível de confiança "médio" permitem derivar uma com nível "bom")



SPKI/SDSI

- Proposta de esquema de certificação vocacionado para "controlo de acessos"
- Adopta um âmbito meramente local para os identificadores.
- Principal motivação é a definição simples e efectiva das regras de acesso a servidores *web*.
- Permite representar aspectos como "delegação"; grupos de utilizadores; ACLs...



Referências web

- http://www.pki-page.org/
- http://www.pkilaw.com/
- http://world.std.com/~cme/html/spki.html
- http://www.ietf.org/html.charters/pkix-charter.html
- http://www.pgpi.org/