



Trabalho 4 – Cofre Digital (Digital Vault)
(entrega: 15/5/2022, 23:59h – todos os grupos)
(apresentações: 16/5/2022, 18/5/2022, 20/5/2022)

Construir um sistema em Java (plataforma JDK SE 1.8.0) que utiliza um banco de dados relacional (ex: SQLite, MySQL) e um processo de autenticação forte bifator formado por três etapas, conforme especificado a seguir.

Na primeira etapa de autenticação, deve-se solicitar a identificação do usuário (*login name*) no sistema, que deve ser um e-mail válido. O e-mail do usuário deve ser coletado do seu respectivo certificado digital no momento do seu cadastramento no sistema. Se a identificação for inválida, o usuário deve ser apropriadamente avisado e o processo deve permanecer na primeira etapa. Se a identificação for válida e o acesso do usuário estiver bloqueado, o mesmo deve ser apropriadamente avisado e o processo deve permanecer na primeira etapa. Caso contrário, o processo deve seguir para a segunda etapa.

Na segunda etapa, deve-se verificar a senha pessoal do usuário (algo que ele conhece) que é fornecida através de um *teclado virtual numérico sobrecarregado* com cinco botões, cada um com dois números, que são distribuídos aleatoriamente e sem repetição entre todos os botões. As senhas pessoais são sempre formadas por oito, nove ou 10 números. A cada pressionamento de um botão, os números são redistribuídos aleatoriamente entre os cinco botões. Se a verificação da senha for negativa, o usuário deve ser apropriadamente avisado e o processo deve contabilizar um erro de verificação de senha pessoal. Após três erros consecutivos sem que ocorra uma verificação positiva entre os erros, deve-se seguir para a primeira etapa e o acesso do usuário deve ser bloqueado por 2 minutos (outros usuários poderão tentar ter acesso). Se a verificação for positiva, o processo deve seguir para a terceira etapa.

Na terceira e última etapa de autenticação, deve-se verificar a *chave privada do usuário* (algo que ele possui) fornecida para o sistema através de um arquivo binário que armazena o resultado da criptografia da chave privada com o algoritmo simétrico DES/ECB/PKCS5Padding e uma chave secreta. A chave privada não criptografada é representada no padrão PKCS8 e se encontra codificada em BASE64, no formato PEM (Privacy Enhanced Mail). O sistema deve receber a frase secreta de deciptação da chave privada, que deve ser utilizada como semente do SHA1PRNG para recuperar a chave secreta. Depois de decriptar o arquivo binário, deve-se gerar uma assinatura digital no padrão RSA (SHA1withRSA) para um array aleatório de 2048 bytes e, em seguida, verificar a assinatura digital com a chave pública do usuário. Se a verificação for negativa, o usuário deve ser apropriadamente avisado e o processo deve contabilizar um erro de verificação da chave privada, retornando para o início da terceira etapa. Após três erros consecutivos sem que ocorra uma verificação válida da chave privada, deve-se seguir para a primeira etapa e o acesso do usuário deve ser bloqueado por 2 minutos (outros usuários poderão tentar ter acesso). Se a verificação for positiva, o processo deve permitir acesso ao sistema.

Após um processo de autenticação positivo, o sistema deve apresentar uma tela com informações e menus distintos em função do grupo do usuário no sistema. Para organizar a apresentação, a tela é dividida em três partes: cabeçalho, corpo 1 e corpo 2. Para o grupo administrador, o sistema deve apresentar a Tela Principal com as informações do usuário no cabeçalho, o total de acessos do usuário no corpo 1, e o Menu Principal no corpo 2, conforme abaixo:

Cabeçalho	{	Login: login_name_do_usuario Grupo: grupo_do_usuario Nome: nome_do_usuario
Corpo 1	{	Total de acessos do usuário: total_de_acessos_do_usuario
	{	Menu Principal:
Corpo 2	{	1 – Cadastrar um novo usuário 2 – Alterar senha pessoal e certificado digital do usuário 3 – Consultar pasta de arquivos secretos do usuário 4 – Sair do Sistema

Quando a opção 1 for selecionada, a Tela de Cadastro deve ser apresentada com o mesmo cabeçalho da Tela Principal, com o total de usuários do sistema no corpo 1 e com o Formulário de Cadastro no corpo 2, conforme abaixo:

Cabeçalho	{	Login: login_name_do_usuario Grupo: grupo_do_usuario Nome: nome_do_usuario
Corpo 1	{	Total de usuários do sistema: total_de_usuarios
Corpo 2	{	Formulário de Cadastro: – Caminho do arquivo do certificado digital: <campo com 255 caracteres> – Grupo: <lista de opções: Administrador e Usuário> – Senha pessoal: <campo com 10 caracteres> – Confirmação senha pessoal: <campo com 10 caracteres> <Botão Cadastrar> <Botão Voltar de Cadastrar para o Menu Principal>

Os valores entrados nos campos devem ser criticados adequadamente. As senhas pessoais são sempre formadas por oito, nove ou dez números formados por dígitos de 0 a 9. Não podem ser aceitas sequências de números repetidos. Quando o Botão Cadastrar for pressionado, o sistema deve apresentar uma tela de confirmação com os dados fornecidos e os seguintes campos do certificado digital: Versão, Série, Validade, Tipo de Assinatura, Emissor, Sujeito (Friendly Name) e E-mail. Se os dados forem confirmados, deve-se incluir o usuário no sistema apenas se o login name (e-mail do usuário) for único, notificando o usuário em caso de erro. O nome do usuário e o login name devem ser extraídos do campo de Sujeito do certificado. A senha pessoal deve ser armazenada no banco de dados conforme o requisito para armazenamento de senhas. O certificado digital deve ser carregado e armazenado no banco de dados no formato PEM (Privacy-Enhanced Mail), mantendo a codificação em BASE64. Se o cadastro for efetivado, deve-se retornar à Tela de Cadastro com o formulário vazio. Caso contrário, deve-se retornar à Tela de Cadastro com o formulário preenchido com os dados fornecidos. Quando o Botão Voltar de Cadastrar para o Menu Principal for pressionado, deve-se retornar à Tela Principal.

O requisito para armazenamento da senha pessoal é o seguinte:

Valor_Armazenado = HEX(HASH_SHA1(senha_texto_plano + SALT))

Onde,
HEX = representação hexadecimal.

HASH_SHA1 = função hash SHA-1.

+ = concatenação de string.

senha_texto_plano = senha em texto plano (string).

SALT = valor aleatório composto de 10 caracteres do conjunto [A-Z][a-z][0-9] (string).

O arquivo da chave privada é binário e deve ser armazenado em um token (por exemplo, pendrive). O arquivo do certificado digital é ASCII codificado em BASE64, no formato PEM (Privacy-Enhanced Mail) e padrão X.509. Por questão de segurança, o arquivo da chave privada está criptografado com DES/ECB/PKCS5Padding. A chave DES deve ter 56 bits e deve ser gerada a partir de uma FRASE SECRETA do usuário dono da chave privada. O Java oferece classes prontas para gerar a chave simétrica com base em uma FRASE SECRETA (*KeyGenerator* e *SecureRandom*). O PRNG para geração da chave DES é o SHA1PRNG.

A chave privada decriptada usa o padrão PKCS8 e o certificado digital usa o padrão X.509, ambos codificados em BASE64. O Java oferece classes prontas para manipular com os dados codificados que estão armazenados nesses arquivos, respectivamente, as classes *PKCS8EncodedKeySpec*, *X509Certificate* e *Base64*. A partir da decodificação dos dados dos arquivos feita por essas classes, o Java também possibilita a restauração das chaves privadas e públicas com as classes *KeyFactory*, *PrivateKey* e *PublicKey*, e do certificado digital com a classe *CertificateFactory*.

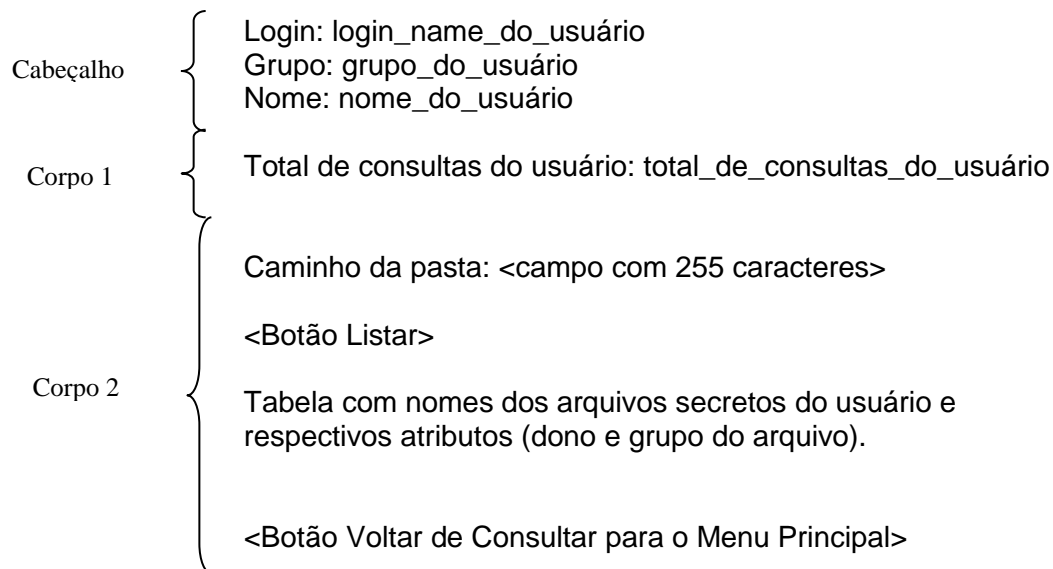
O banco de dados é organizado em quatro tabelas: Usuarios, Grupos, Mensagens e Registros. A tabela Usuários deve guardar as informações pessoais dos usuários, inclusive o valor armazenado da senha pessoal do usuário, conforme o requisito de armazenamento de senhas. O certificado digital do usuário também deve ser armazenado neste registro em BASE64 (PEM). A tabela Grupos deve armazenar os grupos do sistema (cada grupo possui um GID, número decimal único de identificação do grupo). A tabela Mensagens deve armazenar as mensagens da Tabela de Mensagens de Registro. E, a tabela de Registros deve armazenar os registros relacionados ao uso do sistema, identificando a data e hora de um registro, relacionando com um usuário quando necessário.

Quando a opção 2 for selecionada, a Tela de Alterar Senha Pessoal e Certificado Digital do Usuário deve ser apresentada com o mesmo cabeçalho da Tela Principal. No corpo 1, deve-se apresentar o total de logins feitos pelo usuário corrente. O corpo 2 deve ser apresentado conforme abaixo:

Cabeçalho	{ Login: login_name_do_usuario Grupo: grupo_do_usuario Nome: nome_do_usuario }
Corpo 1	{ Total de acessos do usuário: total_de_acessos_do_usuario }
Corpo 2	{ Caminho do certificado digital: <campo com 255 caracteres> – Senha pessoal: <campo com 10 caracteres> – Confirmação senha pessoal: <campo com 10 caracteres> <Botão Voltar de Listar para o Menu Principal> }

Os valores entrados nos campos devem ser criticados adequadamente, conforme descrito no processo de cadastro. Campos vazios devem ser aceitos e não devem promover alteração nos respectivos itens. Dessa forma, pode-se alterar apenas o certificado digital ou a senha pessoal. Porém, se a senha pessoal for fornecida, o campo de confirmação da senha não pode estar vazio. Quando o Botão Voltar de Listar para o Menu Principal for pressionado, deve-se retornar à Tela Principal.

Quando a opção 3 for selecionada, a Tela de Consultar Pasta de Arquivos Secretos do Usuário deve ser apresentada com o mesmo cabeçalho e corpo 1 da Tela Principal, e com o total de consultas feitas pelo usuário corrente no corpo 2, conforme abaixo:



Quando o Botão Listar for pressionado, deve-se decriptar o arquivo de índice da pasta fornecida (cifra DES, modo ECB e enchimento PKCS5), chamado index.enc; verificar a integridade e autenticidade do arquivo de índice; e listar o conteúdo do arquivo de índice apresentando o nome código dos arquivos, o nome secreto dos arquivos e os respectivos donos e grupos de cada arquivo. O envelope digital do arquivo de índice é armazenado no arquivo index.env (protege a semente SHA1PRNG que gera a chave secreta DES) e a assinatura digital do arquivo de índice é armazenada no arquivo index.asd (representação binária da assinatura digital). O envelope digital e a assinatura digital são gerados com as respectivas chaves assimétricas do usuário e as classes Cipher e Signature. O arquivo de índice decriptado possui zero ou mais linhas formatadas da seguinte forma:

```
NOME_CODIGO_DO_ARQUIVO<SP>NOME_SECRETO_DO_ARQUIVO<SP>DONO_ARQUIVO
<SP><GRUPO_ARQUIVO><EOL>
```

Onde:

NOME_CODIGO_DO_ARQUIVO: caracteres alfanuméricos (nome código do arquivo).
NOME_SECRETO_DO_ARQUIVO: caracteres alfanuméricos (nome original do arquivo).
DONO_ARQUIVO: caracteres alfanuméricos (atributo do arquivo).
GRUPO_ARQUIVO: caracteres alfanuméricos (atributo do arquivo).
<SP> = caractere espaço em branco.
<EOL> = caractere nova linha (\n).

Quando o nome secreto de um arquivo da lista apresentada for selecionado, o sistema deve verificar se o usuário pode ou não acessar o arquivo. A política de controle de acesso é simples: o usuário só pode acessar um arquivo se for o dono do mesmo ou se pertencer ao grupo do arquivo. Em caso afirmativo, o sistema deve (i) decriptar o arquivo secreto (cifra DES, modo ECB e enchimento PKCS5) selecionado, notificando o usuário sobre eventuais erros de integridade, autenticidade e sigilo; e (ii) gravar os dados decriptados em um novo arquivo com o nome secreto. Caso contrário, o sistema deve notificar o usuário que ele não tem permissão de acesso.

O nome do arquivo criptografado usa o nome código do arquivo e a extensão *.enc*. A assinatura digital, gerada com a classe *Signature* e a chave assimétrica do usuário, é mantida em um arquivo com o nome código e a extensão *.asd* (representação binária da assinatura digital). O envelope digital do arquivo é mantido em um arquivo com o nome código e a extensão *.env* (protege a semente SHA1PRNG que gera a chave secreta DES). Quando o Botão Voltar de Consultar para o Menu Principal for pressionado, deve-se retornar à Tela Principal.

Quando a opção 4 for selecionada, a Tela de Saída deve ser apresentada com o mesmo cabeçalho da Tela Principal. O corpo 1 deve apresentar o total de acessos do usuário corrente e o corpo 2 deve ser apresentado conforme abaixo:

Cabeçalho	{	Login: login_name_do_usuario Grupo: grupo_do_usuario Nome: nome_do_usuario
Corpo 1	{	Total de acessos do usuário: total_de _acessos_do_usuario
Corpo 2	{	Saída do sistema: Mensagem de saída. <Botão Sair> <Botão Voltar de Sair para o Menu Principal>

O sistema deve apresentar a mensagem de saída “Pressione o botão Sair para confirmar.” e os dois botões. Quando o Botão Sair for pressionado, deve-se encerrar o sistema. Se o botão <Voltar de Sair para o Menu Principal> for pressionado, deve-se retornar à Tela Principal.

Para o grupo usuário, o sistema deve funcionar de forma equivalente. Porém, o cabeçalho das telas deve apresentar o grupo como Usuário e o Menu Principal não deve apresentar a opção Cadastrar um Novo Usuário. O corpo 2 deve continuar apresentando a mensagem “Total de acessos do usuário: total_de _acessos_do_usuario”.

Cada uma das operações executadas pelo sistema deve ser registrada em uma tabela de Registros no banco de dados, armazenando, pelo menos, a data e hora do registro, o código da mensagem, quando possível, a identificação do usuário corrente e do arquivo selecionado para decifração. Não é permitido armazenar o texto das mensagens dos registros nessa tabela. As mensagens e seus respectivos códigos devem ser armazenadas na tabela Mensagens do banco de dados. **Os registros devem ser visualizados em ordem cronológica apenas por um programa de apoio (logView) que deve também ser implementado.**

As mensagens de registro e os respectivos códigos estão listados na Tabela de Mensagens de Registro em anexo.

O **prazo de submissão do projeto** deste trabalho, com todos os fontes em Java, no sistema de EAD da PUC-Rio, é dia **15/5/2022, 23:59h**. O prazo máximo para submissão é dia **16/5/2021, 11:59h**. Cada integrante do grupo deve fazer uma submissão.

Tabela de Mensagens de Registro	
1001	Sistema iniciado.
1002	Sistema encerrado.
2001	Autenticação etapa 1 iniciada.
2002	Autenticação etapa 1 encerrada.
2003	Login name <login_name> identificado com acesso liberado.
2004	Login name <login_name> identificado com acesso bloqueado.
2005	Login name <login_name> não identificado.
3001	Autenticação etapa 2 iniciada para <login_name>.
3002	Autenticação etapa 2 encerrada para <login_name>.
3003	Senha pessoal verificada positivamente para <login_name>.
3004	Primeiro erro da senha pessoal contabilizado para <login_name>.
3005	Segundo erro da senha pessoal contabilizado para <login_name>.
3006	Terceiro erro da senha pessoal contabilizado para <login_name>.
3007	Acesso do usuario <login_name> bloqueado pela autenticação etapa 2.
4001	Autenticação etapa 3 iniciada para <login_name>.
4002	Autenticação etapa 3 encerrada para <login_name>.
4003	Chave privada verificada positivamente para <login_name>.
4004	Chave privada verificada negativamente para <login_name> (caminho inválido).
4005	Chave privada verificada negativamente para <login_name> (frase secreta inválida).
4006	Chave privada verificada negativamente para <login_name> (assinatura digital inválida).
4007	Acesso do usuario <login_name> bloqueado pela autenticação etapa 3.
5001	Tela principal apresentada para <login_name>.
5002	Opção 1 do menu principal selecionada por <login_name>.
5003	Opção 2 do menu principal selecionada por <login_name>.
5004	Opção 3 do menu principal selecionada por <login_name>.
5005	Opção 4 do menu principal selecionada por <login_name>.
6001	Tela de cadastro apresentada para <login_name>.
6002	Botão cadastrar pressionado por <login_name>.
6003	Senha pessoal inválida fornecida por <login_name>.
6004	Caminho do certificado digital inválido fornecido por <login_name>.
6005	Confirmação de dados aceita por <login_name>.
6006	Confirmação de dados rejeitada por <login_name>.
6007	Botão voltar de cadastro para o menu principal pressionado por <login_name>.
7001	Tela de alteração da senha pessoal e certificado apresentada para <login_name>.
7002	Senha pessoal inválida fornecida por <login_name>.
7003	Caminho do certificado digital inválido fornecido por <login_name>.
7004	Confirmação de dados aceita por <login_name>.
7005	Confirmação de dados rejeitada por <login_name>.
7006	Botão voltar de carregamento para o menu principal pressionado por <login_name>.
8001	Tela de consulta de arquivos secretos apresentada para <login_name>.
8002	Botão voltar de consulta para o menu principal pressionado por <login_name>.
8003	Botão Listar de consulta pressionado por <login_name>.
8004	Caminho de pasta inválido fornecido por <login_name>.
8005	Arquivo de índice decriptado com sucesso para <login_name>.
8006	Arquivo de índice verificado (integridade e autenticidade) com sucesso para <login_name>.
8007	Falha na decriptação do arquivo de índice para <login_name>.
8008	Falha na verificação (integridade e autenticidade) do arquivo de índice para <login_name>.
8009	Lista de arquivos presentes no índice apresentada para <login_name>.
8010	Arquivo <arq_name> selecionado por <login_name> para decriptação.
8011	Acesso permitido ao arquivo <arq_name> para <login_name>.
8012	Acesso negado ao arquivo <arq_name> para <login_name>.
8013	Arquivo <arq_name> decriptado com sucesso para <login_name>.
8014	Arquivo <arq_name> verificado (integridade e autenticidade) com sucesso para <login_name>.
8015	Falha na decriptação do arquivo <arq_name> para <login_name>.
8016	Falha na verificação (integridade e autenticidade) do arquivo <arq_name> para <login_name>.
9001	Tela de saída apresentada para <login_name>.
9002	Saída não liberada por falta de one-time password para <login_name>.
9003	Botão sair pressionado por <login_name>.
9004	Botão voltar de sair para o menu principal pressionado por <login_name>.