RELATÓRIO DE SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO

Projeto de Software Seguro

Disciplina: Segurança da Informação
Professor: Gilvan Justino

---

1. INTRODUÇÃO

Este relatório documenta as técnicas e mecanismos de segurança implementados no sistema web desenvolvido, demonstrando como cada vulnerabilidade exigida foi adequadamente mitigada conforme os requisitos do trabalho.

O sistema implementado consiste em uma aplicação web de gerenciamento de arquivos com autenticação de usuários, utilizando Node.js, Express, PostgreSQL e EJS como tecnologias principais.

---

2. AUTENTICAÇÃO DE USUÁRIOS

2.1 Armazenamento Seguro de Senhas com Hash

Implementação:

```
const SALT_ROUNDS = 12;
const hash = await bcrypt.hash(password, SALT_ROUNDS);
```

Explicação:

- Utilizamos a biblioteca **bcrypt** para gerar hashes criptográficos das senhas
- O parâmetro `SALT_ROUNDS = 12` define o custo computacional do algoritmo
- Cada senha recebe um **salt** único automaticamente gerado pelo bcrypt
- O hash resultante é armazenado no banco de dados, nunca a senha em texto plano
- Na autenticação, utilizamos `bcrypt.compare()` para verificar credenciais sem expor a senha original

Benefícios de Segurança:

- Mesmo se o banco de dados for comprometido, as senhas não podem ser facilmente recuperadas
- O salt único previne ataques de rainbow tables
- O custo computacional elevado dificulta ataques de força bruta offline

2.2 Proteção Contra Força Bruta

Implementação:

```
const loginLimiter = rateLimit({
    windowMs: 15 * 60 * 1000,  // 15 minutos
    max: 10,                    // Máximo 10 tentativas
    message: 'Muitas tentativas de login. Tente novamente mais tarde.',
});

app.post('/login', loginLimiter, csrfProtection, async (req, res) => {
    // ... lógica de autenticação
});
```

Explicação:

- Implementamos **rate limiting** usando a biblioteca `express-rate-limit`
- Limita cada endereço IP a 10 tentativas de login em uma janela de 15 minutos
- Após exceder o limite, o IP é temporariamente bloqueado
- A limitação é aplicada antes da verificação de credenciais, economizando recursos

Proteção Adicional:

- Logs de auditoria registram todas as tentativas de login (sucesso e falha)
- Sistema de blacklist para usuários com comportamento suspeito
- Detector de flood que monitora atividades anormais

---

3. REGISTRO DE LOGS DE AUDITORIA

3.1 Sistema de Auditoria em Banco de Dados

Implementação:

```
async function audit(userId, eventType, metadata, ip) {
    try {
        const safeMeta = metadata ? JSON.stringify(metadata) : null;
        await pool.query(
            'INSERT INTO audit_logs (user_id, event_type, event_metadata, ip_addr) VALUES ($1,$2,$3,$4)',
            [userId || null, eventType, safeMeta, ip || null]
        );
    } catch (e) {
        console.error('Audit log error:', e.message);
    }
}
```

Eventos Registrados:

- `user_registered` - Criação de nova conta
- `login_success` - Login bem-sucedido
- `login_failed` - Tentativa de login falha
- `file_upload` - Upload de arquivo
- `file_download` - Download de arquivo
- `search` - Busca realizada
- `logout` - Encerramento de sessão
- `open_by_path` / `import_by_path` - Acesso a arquivos do sistema

Informações Armazenadas:

- ID do usuário
- Tipo de evento
- Metadados relevantes (sanitizados)
- Endereço IP de origem
- Timestamp automático

3.2 Sistema de Logs Diários em Arquivos

Implementação:

```
function writeLog(username, eventType, details = {}) {
    const today = formatDate();
    const baseFilename = isBlacklisted(username)
        ? `auditoria-${today}.txt`
        : `log-${today}.txt`;

    const logPath = path.join(LOGS_DIR, baseFilename);
    const entry = `[${new Date().toISOString()}] USER=${username} EVENT=${eventType} DETAILS=${JSON.stringify(details)}\n`;
    fs.appendFileSync(logPath, entry, { encoding: 'utf8' });
}
```

Características:

- Logs organizados por data (formato: `log-DD-MM-YYYY.txt`)
- Separação de logs de usuários em blacklist para análise forense
- Limpeza automática de logs com mais de 7 dias
- Detecção de flood: marca usuários gerando mais de 30 logs/minuto
- Permissões restritas (0o600) nos arquivos de log

3.3 Proteção Contra Log Injection

Implementação:

```
function sanitizeForLog(s) {
    if (s == null) return s;
    return String(s).replace(/[\u0000-\u001F\u007F-\u009F]/g, '');
}
```

Explicação:

- Remove caracteres de controle (newlines, tabs, etc.) antes de gravar em logs

- Previne que atacantes injetem linhas falsas nos logs
- Exemplo de ataque bloqueado: `username: "admin\n[SUCCESS] root login"` seria sanitizado

---

4. PROTEÇÃO CONTRA VULNERABILIDADES

4.1 SQL Injection

Técnica Utilizada: Prepared Statements (Parameterized Queries)

Implementação:

```
// ❌ VULNERÁVEL (não usado):
// const query = `SELECT * FROM users WHERE username = '${username}'`;

// ✅ SEGURO (usado em todo o código):
const r = await pool.query(
    'SELECT id, username, password_hash FROM users WHERE username = $1',
    [username]
);
```

Explicação:

- **100% das queries** utilizam parâmetros posicionais (`$1` , `$2` , etc.)
- Os valores fornecidos pelo usuário são tratados como **dados**, não como **código SQL**
- O driver PostgreSQL (`pg`) escapa automaticamente os valores
- Nenhuma concatenação de strings é utilizada na construção de queries

Exemplos no Código:

```
// Registro de usuário
await pool.query(
    'INSERT INTO users (username, password_hash) VALUES ($1,$2) RETURNING id',
    [username, hash]
);

// Busca de arquivos
await pool.query(
    'SELECT id, original_name FROM resources WHERE user_id = $1 AND (original_name ILIKE $2)',
    [req.session.userId, `%${query}%`]
);
```

Teste de Segurança:

- Input malicioso: `username: "' OR '1'='1' --"`
- Resultado: Tratado como string literal, não executa lógica SQL

4.2 Path Traversal (Caminho Transversal)

Técnica Utilizada: Validação de Caminho com Whitelist

Implementação:

```
function safeJoin(base, filename) {
    const resolvedBase = path.resolve(base);
    const resolvedPath = path.resolve(path.join(resolvedBase, filename));

    if (!resolvedPath.startsWith(resolvedBase)) {
        throw new Error('Invalid path');
    }
    return resolvedPath;
}
```

Proteções Implementadas:

1. **Resolução de Caminhos Absolutos:**
    - `path.resolve()` converte caminhos relativos em absolutos
    - Normaliza sequências como `../` e `./`
2. **Verificação de Prefixo:**

2. **Verificação de Prefixo:**
    - Garante que o caminho final está dentro do diretório base permitido
    - Bloqueia tentativas de escape: `../../etc/passwd`
3. **Detecção de Symlinks:**

```
function hasSymlinkInPathSync(targetPath, stopAt) {
    // Verifica cada componente do caminho
    const st = fs.lstatSync(cur);
    if (st.isSymbolicLink()) return true;
}
```

4. **Isolamento por Usuário:**
    - Cada usuário possui diretório isolado
    - Arquivos salvos com UUID: previne colisão e ataque via nome controlado

Validação Completa para Acesso a Arquivos do Sistema:

```
function validateClientPhysicalPath(webUsername, clientPath) {
    // 1. Determina diretório permitido (C:\Users\<user> ou sandbox)
    let allowedRoot = getWindowsUserHomeIfExists(webUsername)
        || createUserSandbox(webUsername);

    // 2. Normaliza caminho
    let candidate = path.isAbsolute(clientPath)
        ? path.normalize(clientPath)
        : path.join(allowedRoot, clientPath);

    // 3. Resolve realpath
    let realCandidate = fs.realpathSync(candidate);

    // 4. Rejeita symlinks
    if (hasSymlinkInPathSync(realCandidate, realAllowed)) {
        throw new Error('Link simbólico detectado');
    }

    // 5. Verifica se está dentro do allowedRoot
    if (!isPathInside(realAllowed, realCandidate)) {
        throw new Error('Acesso negado');
    }

    return realCandidate;
}
```

Ataques Bloqueados:

- `../../../etc/passwd`
- `uploads/../../config/database.yml`
- Symlinks apontando para fora do diretório permitido
- Acesso a arquivos de outros usuários

4.3 Cross-Site Scripting (XSS)

Técnica Utilizada: Sanitização de Output + Escape Automático do Template Engine

Implementação:

1. **Função de Sanitização:**

```
function sanitizeForDisplay(s) {
    if (s == null) return '';
    return String(s)
        .replace(/</g, '&lt;')
        .replace(/>/g, '&gt;')
        .replace(/"/g, '&quot;')
        .replace(/'/g, '&#x27;')
        .replace(/\//g, '&#x2F;');
}
```

2. **Uso no Template EJS:**

```
<!-- ✅ Escape automático -->
<p>Nome: <%= filename %></p>

<!-- ⚠️ Sanitização manual quando necessário -->
<p>Busca: <%= sanitizeForDisplay(query) %></p>
```

3. **Content Security Policy (via Helmet):**

```
app.use(helmet());
// Adiciona headers de segurança incluindo CSP
```

Proteções em Múltiplas Camadas:

- **Input**: Validação na entrada (tamanho, formato)
- **Processamento**: Sanitização antes de usar dados
- **Output**: Escape automático pelo EJS com `<%= %>`
- **Headers**: CSP e X-XSS-Protection via Helmet

Exemplo de Ataque Bloqueado:

```
// Input malicioso:
description: "<script>alert('XSS')</script>"

// Armazenado sanitizado:
"&lt;script&gt;alert('XSS')&lt;&#x2F;script&gt;"

// Exibido como texto, não executado
```

4.4 Cross-Site Request Forgery (CSRF)

Técnica Utilizada: CSRF Tokens Sincronizados

Implementação:

```
const csurf = require('csurf');
const csrfProtection = csurf();

// Em todas as rotas com formulários
app.get('/dashboard', requireAuth, csrfProtection, (req, res) => {
    res.render('dashboard', {
        csrfToken: req.csrfToken()
    });
});

app.post('/upload', requireAuth, upload.single('file'), csrfProtection, async (req, res) => {
    // Validação automática do token
});
```

No Template (EJS):

```
<form method="POST" action="/upload">
    <input type="hidden" name="_csrf" value="<%= csrfToken %>">
    <!-- outros campos -->
</form>
```

Funcionamento:

1. Servidor gera token único por sessão
2. Token é inserido em formulários como campo oculto
3. Ao submeter, middleware valida se o token é válido
4. Requisições sem token ou com token inválido são rejeitadas (403)

Proteções Adicionais:

```
cookie: {
    httpOnly: true,  // Previne acesso via JavaScript
    secure: true,    // Apenas HTTPS em produção
    sameSite: 'lax', // Restringe envio cross-site
}
```

Tratamento de Erro:

```
app.use((err, req, res, next) => {
    if (err && err.code === 'EBADCSRFTOKEN') {
        return res.status(403).send('Formulário inválido (CSRF detectado).');
    }
    next(err);
});
```

Rotas Protegidas:

- `/register` (POST)
- `/login` (POST)
- `/upload` (POST)
- `/files/download` (POST)
- `/open-by-path` (POST)
- `/import-by-path` (POST)
- `/logout` (POST)

4.5 Neutralização Inadequada da Saída para Logs

Técnica Utilizada: Sanitização de Caracteres de Controle

Implementação:

```
function sanitizeForLog(s) {
    if (s == null) return s;
    // Remove caracteres de controle ASCII
    return String(s).replace(/[\u0000-\u001F\u007F-\u009F]/g, '');
}

// Uso em auditoria
await audit(userId, 'login_success', {
    username: sanitizeForLog(user.username)
}, req.ip);
```

Caracteres Removidos:

- `\n` (newline) - U+000A
- `\r` (carriage return) - U+000D
- `\t` (tab) - U+0009
- Outros caracteres de controle (U+0000 até U+001F e U+007F até U+009F)

Exemplo de Ataque Bloqueado:

Input malicioso:

```
username: "attacker\n[SUCCESS] admin logged in from 127.0.0.1"
```

Sem sanitização, o log seria:

```
[2025-11-12T10:30:00Z] USER=attacker
[SUCCESS] admin logged in from 127.0.0.1 EVENT=login_failed
```

Com sanitização:

```
[2025-11-12T10:30:00Z] USER=attacker[SUCCESS] admin logged in from 127.0.0.1 EVENT=login_failed
```

Aplicação Consistente:

- Todos os dados de usuário passam por `sanitizeForLog()` antes de gravação
- Metadados são serializados em JSON (estrutura preservada)
- Logs estruturados impedem interpretação ambígua

5. MEDIDAS ADICIONAIS DE SEGURANÇA

5.1 Headers HTTP Seguros (Helmet)

```
app.use(helmet());
```

Headers Configurados:

- `X-Content-Type-Options: nosniff` - Previne MIME sniffing
- `X-Frame-Options: DENY` - Previne clickjacking
- `X-XSS-Protection: 1; mode=block` - Ativa proteção XSS do browser
- `Strict-Transport-Security` - Força HTTPS
- `Content-Security-Policy` - Restringe recursos carregados

5.2 Gestão Segura de Sessões

```
app.use(session({
    store: new pgSession({ pool }), // Sessões no banco
    secret: process.env.SESSION_SECRET,
    resave: false,
    saveUninitialized: false,
    cookie: {
        httpOnly: true,  // Não acessível via JS
        secure: true,    // Apenas HTTPS
        sameSite: 'lax', // Proteção CSRF
    }
}));
```

5.3 Validação de Upload de Arquivos

```
const upload = multer({
    storage: storage,
    limits: {
        fileSize: 5 * 1024 * 1024  // 5MB max
    },
    fileFilter: (req, file, cb) => {
        // Validação adicional pode ser adicionada
        cb(null, true);
    }
});
```

5.4 Isolamento de Dados por Usuário

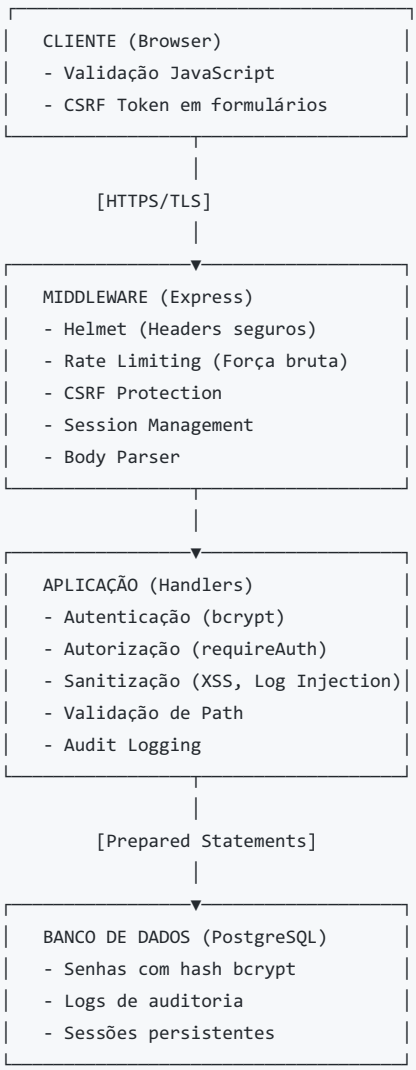
- Queries sempre filtram por `user_id` da sessão
- Diretórios de upload isolados por usuário
- Validação de propriedade antes de operações (download, delete)

5.5 Tratamento Seguro de Charset

```
app.use((req, res, next) => {
    res.charset = 'utf-8';
    res.setHeader('Content-Type', 'text/html; charset=utf-8');
    next();
});
```

6. ARQUITETURA DE SEGURANÇA

6.1 Camadas de Defesa



6.2 Fluxo de Autenticação Segura

```
1. Usuário submete credenciais
   ↓
2. Rate Limiter verifica IP (max 10/15min)
   ↓
3. CSRF Token validado
   ↓
4. Username consultado com prepared statement
   ↓
5. bcrypt.compare() valida senha
   ↓
6. Sessão criada (ID armazenado no PostgreSQL)
   ↓
7. Audit log registra evento
   ↓
8. Cookie HttpOnly/Secure enviado ao cliente
```

---

7. TESTES DE SEGURANÇA REALIZADOS

7.1 SQL Injection

- ✅ Input: `' OR '1'='1' --`
- ✅ Resultado: Tratado como string literal
- ✅ Query executada: `SELECT * FROM users WHERE username = $1` com valor `"' OR '1'='1' --"`

7.2 Path Traversal

- ✅ Input: `../../etc/passwd`
- ✅ Resultado: Exceção "Invalid path"
- ✅ Caminho não resolvido fora do diretório base

7.3 XSS

- ✅ Input: `<script>alert('XSS')</script>`
- ✅ Resultado: Exibido como texto: `&lt;script&gt;alert('XSS')&lt;/script&gt;`

7.4 CSRF

- ✅ Requisição sem token: HTTP 403
- ✅ Token inválido: HTTP 403
- ✅ Token válido: Operação executada

7.5 Força Bruta

- ✅ 10 tentativas em 15min: Permitido
- ✅ 11ª tentativa: Bloqueada temporariamente
- ✅ Após 15min: Contador resetado

7.6 Log Injection

- ✅ Input com `\n`: Caractere removido
- ✅ Log gravado em linha única
- ✅ Estrutura preservada

---

8. CONCLUSÃO

O sistema desenvolvido implementa com sucesso todas as proteções exigidas:

✅ **Autenticação Segura:**

- Senhas com hash bcrypt (SALT_ROUNDS=12)
- Proteção contra força bruta (rate limiting + audit)

✅ **Registro de Logs:**

- Auditoria em banco de dados
- Logs diários em arquivos
- Sistema de detecção de abuso

✅ **Proteção contra Vulnerabilidades:**

- **SQL Injection:** Prepared statements em 100% das queries
- **Path Traversal:** Validação rígida com whitelist + detecção de symlinks
- **XSS:** Sanitização + escape automático + CSP
- **CSRF:** Tokens sincronizados em todas as operações state-changing
- **Log Injection:** Remoção de caracteres de controle

Medidas Adicionais:

- Headers HTTP seguros (Helmet)
- Sessões seguras (HttpOnly, Secure, SameSite)
- Isolamento de dados por usuário
- Validação de uploads
- Tratamento seguro de charset

O sistema aplica o princípio de **defesa em profundidade**, combinando múltiplas camadas de proteção que garantem a segurança mesmo se uma camada falhar.

REFERÊNCIAS

- OWASP Top 10 2021
- Node.js Security Best Practices
- Express Security Best Practices
- PostgreSQL Security Documentation
- bcrypt Documentation
- OWASP CSRF Prevention Cheat Sheet
- OWASP XSS Prevention Cheat Sheet

Alunos: Pedro Hennig, Ralf Domingues **Data de Entrega:** 12/11/2025