

## 4 Métricas Sensíveis à História

Para a proposição de estratégias de detecção sensíveis à história (SHs) é necessária a utilização de métricas que permitem quantificar propriedades do código de evolução dos módulos. As métricas propostas neste capítulo compreendem as que foram implementadas na ferramenta a ser apresentada no Capítulo 6. Todas as métricas capturam informações sobre o código OO exclusivamente em termos da evolução das entidades do sistema. As métricas foram classificadas em duas categorias: métricas SHs independentes e métricas SHs dependentes. Como será explicado a seguir, tal dependência está associada à utilização ou não de resultados de métricas convencionais. A Tabela 4.1 apresenta os resultados de LOC (linhas de código) de duas classes hipotéticas ao longo das versões  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  e  $v_4$  de um sistema  $S$ . Os dados apresentados por essa tabela serão utilizados nos exemplos das métricas SHs apresentadas.

Tabela 4.1: Exemplo de dados para medição sensível à história

	Versões de um Sistema S			
	v1	v2	v3	v4
<b>Evolução de LOC na Classe A</b>	218	288	359	383
<b>Evolução de LOC na Classe B</b>	n/a <sup>1</sup>	200	200	200

<sup>1</sup>n/a (não aplicável): o componente ainda não tinha sido criado nessa versão do sistema.

### 4.1 Métricas Independentes

A maioria das métricas SHs são baseadas na evolução de medidas associadas a uma única versão do sistema, ou seja, métricas não sensíveis à história (NSH). Por exemplo, a métrica de tamanho LOC pode ser avaliada de forma sensível à história contabilizando-se a média de linhas incluídas entre as versões, o número de vezes que LOC sofreu alterações, e assim por diante.

Entretanto, nem todas as métricas SH dependem de resultados de métricas não relacionadas à evolução. São as que nesse trabalho chamamos de métricas SH independentes. Métricas SH independentes necessitam apenas do código relativo ao conjunto ou subconjunto de versões do sistema para serem

calculadas. Em nosso trabalho, uma única métrica se enquadra nessa categoria. Ela é especificada a seguir através de: (i) definição, (ii) exemplo de cálculo e (ii) relevância de sua utilização.

### Métrica “TL” (*Time Life*)

**Definição:** Dado um componente  $C$  em um sistema  $S$  e um conjunto  $V$  de versões do sistema,  $V(S) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ , o tempo de vida do componente  $C$ ,  $TL(C)$ , é definido como a cardinalidade do conjunto  $X$  subtraído de uma unidade,  $|X| - 1$ , tal que  $X \subseteq V$  e  $v_i \in X$  se e somente  $C \in S$  na versão  $v_i$ . Ou seja, o tempo de vida de um componente pode ser considerado uma medida que representa a “idade” do componente no sistema. Trata-se da quantidade de transições de versão do sistema em que o componente  $C$  se manteve no sistema.

**Exemplo de Cálculo:** Na Tabela 4.1, a classe B se fez presente nas versões  $v_2$ ,  $v_3$  e  $v_4$  do sistema ( $|X| = 3$ ). Sendo assim,  $TL(B)_{v_4} = 3 - 1 = 2$ . De uma forma geral, o cálculo de TL de um componente  $C$  em uma versão  $v_j$  do sistema  $S$ , pode ser obtido pelo número de vezes que o componente se fez presente desde a primeira versão do sistema até a versão  $v_j$ , decrescido de uma unidade. Ou seja:

$$TL(C)_{v_j} = \left( \sum_{i=1}^j Xv_i \right) - 1; \text{ onde } Xv_i = \begin{cases} 1, & \text{se } C \text{ está na versão } v_i \text{ de } S; \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

**Relevância:** Essa métrica fornece um indicador da quantidade de história possível de ser analisada considerando um dado componente. Quanto maior o tempo de vida de um componente, maior é o número de versões em que ele participa do sistema e, conseqüentemente, maior será a história disponível para análise desse componente. O tempo de vida de um componente também pode ser um dado interessante se analisado relativamente ao tempo de vida do sistema. Por exemplo, em um sistema de 10 versões, um componente que apresenta  $TL = 2$  participou de uma parcela pequena do ciclo de vida do sistema. Já o valor de  $TL = 9$  de um outro componente, indica a presença dele em todo o ciclo de vida do sistema.

## 4.2

### Métricas Dependentes

A maioria das métricas sensíveis à história apresentadas nesse trabalho integram essa categoria e são calculadas considerando-se a evolução de propriedades avaliadas por métricas convencionais. Como as siglas dessas métricas precisam fazer menção à métrica convencional utilizada como base, todas as

métricas desse grupo seguem a lei de formação da Equação 4-1 para atender tal requisito.

$$\boxed{\text{sigla} = \text{prefixo da métrica SH} + \text{sigla da métrica base NSH}} \quad (4-1)$$

Na Equação 4-1, o elemento “*prefixo SH*” representa de que forma uma propriedade  $P$  será avaliada no contexto sensível à história. Por exemplo, veremos que algumas métricas SH dependentes avaliam a quantidade de vezes que uma métrica convencional sofreu alterações. Essas utilizarão o prefixo *anc*, do inglês *absolute number of change* (ou número absoluto de alterações). O segundo elemento da equação, “*sigla de métrica NSH*”, representa a sigla da métrica convencional (ou não sensível à história) selecionada para avaliar a propriedade  $P$ . A seguir são apresentadas os tipos de prefixação criados para representar as métricas SH dependentes.

Para cada tipo de métrica dessa categoria é apresentada (i) uma definição e (ii) uma instância da métrica derivada a partir de uma métrica convencional tomada como exemplo. Baseada na instância citada, apresentamos também um exemplo de cálculo e (iii) a relevância de utilização da métrica. Todos os exemplos de instâncias de métricas SH utilizaram LOC como métrica convencional base. Entretanto, a ferramenta proposta (Seção x) é capaz de realizar a medição SH tomando como base qualquer outra métrica não sensível à história como número de métodos, número de atributos, número de interesses e assim por diante.

#### 4.2.1

##### Métricas do Tipo “*anc*” (*Absolute Number of Changes*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $P$  ao longo das versões de  $C$ ,  $R = \{r_{v_1}, r_{v_2}, \dots, r_{v_n}\}$ . A partir dessas considerações, o Número Absoluto de Alterações de  $M$  do componente  $C$ ,  $\text{anc}_M(C)$ , é definido como a cardinalidade do conjunto  $X$ ,  $|X|$  tal que  $X \subset V$  e  $v_i \in X$  se e somente se:  $r_{v_i} \neq r_{v_{i-1}}$  e  $i \geq 2$ . Ou seja, métricas do tipo *anc* contam o número de vezes que uma propriedade de um componente sofreu alterações ao longo de sua história.

**Exemplo de Instância e de Cálculo:** Se tomarmos como base da medição sensível à história a métrica convencional Número de Linhas de Código (LOC) de uma componente  $C$ . Então podemos definir  $\text{anc}_{\text{LOC}}$ , Número Absoluto de Alterações em LOC, como instância de métrica sensível à história

do tipo anc. Nesse caso,  $\text{ancLOC}(C)$  significa o número de vezes que a métrica LOC sofreu alterações ao longo do histórico do componente  $C$  avaliado.

Exemplo de Cálculo: Na Tabela 4.1, a classe A possui  $\text{ancLOC}(A)_{v_4} = 3$ , pois LOC sofreu alterações nas transições  $v_1 : v_2$ ,  $v_2 : v_3$ ,  $v_3 : v_4$ . Já a classe B possui  $\text{ancLOC}(B)_{v_4} = 0$ , pois o número de linhas de código não foi alterado ao longo de todo o histórico do componente. De uma forma geral, em uma versão  $v_j$  de um componente  $C$ , uma instância da métrica anc que tome a métrica  $M$  como base, seria calculada como:

$$\text{ancM}(C)_{v_j} = \sum_{i=2}^j X_{v_i} \quad \text{onde } X_{v_i} = \begin{cases} 1, & \text{se } M(C)_{v_i} \neq M(C)_{v_{i-1}} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo anc, dão uma noção da instabilidade de uma dada propriedade ao longo do histórico de um componente. Por exemplo, no caso de ancLOC medido para uma dada classe é possível avaliar quão instável essa classe é em relação as alterações em seu número de linhas de código. A intuição que se tem é que classes com elevada instabilidade podem ser um indicador de algum problema de projeto. Assim como, em outro extremo, identificar componentes com número de linhas constantes ao longo de muitas versões pode contribuir na identificação de “código morto”, indiferente à aplicação.

#### 4.2.2

#### Métricas do Tipo “rnc” (*Relative Number of Changes*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $P$  ao longo das versões de  $C$ ,  $R = \{r_{v_1}, r_{v_2}, \dots, r_{v_n}\}$ . O Número Relativo de Alterações de  $M$  do componente  $C$ ,  $\text{rncM}(C)$ , é definido como  $\frac{|X|}{TL(C)}$ , tal que  $X \subset V$  e  $v_i \in X$  se e somente se  $r_{v_i} \neq r_{v_{i-1}}$  e  $i \geq 2$ . Ou seja, métricas do tipo rnc contam o número de vezes que uma propriedade sofreu alterações ao longo do histórico do componente em relação ao seu tempo de vida.

**Exemplo de Instância e de Cálculo:** Se tomarmos como exemplo de métrica convencional  $M$  o Número de Linhas de Código de uma componente  $C$ . Então podemos definir rncLOC, Número Relativo de Alterações em LOC, como instância de métrica sensível à história do tipo rnc. Nesse caso,  $\text{rncLOC}(C)$  significa o número de vezes que a métrica LOC sofreu alterações ao longo do histórico do componente  $C$  avaliado em relação ao tempo de vida de  $C$ ,  $TL(C)$ .

Exemplo de Cálculo: Apesar da classe A da Tabela 4.1 ter um número absoluto de alterações pequeno, podemos observar que o valor de LOC de

A sofreu alterações em todas as transições de versão possíveis. Nesse caso, como  $\text{ancLOC}(A)_{v_4} = 3$  e  $\text{TL}(A)_{v_4} = 3$  teremos um rnc máximo de LOC, pois  $\text{rncLOC}(A)_{v_4} = \text{ancLOC}(A)_{v_4} / \text{TL}(A)_{v_4} = 3/3 = 1$ . Já a classe B possui  $\text{rncLOC}(B)_{v_4} = 0$ , pois  $\text{ancLOC}(B)_{v_4} = 0$  e  $\text{TL}(B)_{v_4} = 2$  e  $0/2 = 0$ . De uma forma geral, em uma versão  $v_j$  de  $C$ , uma instância da métrica anc que tome a métrica  $M$  como base, seria calculada como mostra a seguir.

$$\text{rncM}(C)_{v_j} = \frac{\text{ancM}(C)_{v_j}}{\text{TL}(C)_{v_j}}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo rnc fornecem uma idéia mais completa de instabilidade de uma propriedade que métricas anc. Isso porque passa a se considerar não apenas o número de vezes que a propriedade foi alterada, mas o número de vezes em que ela foi alterada em relação ao anc máximo possível. Por exemplo, através dessa métrica é possível saber que o número de linhas de código de um componente sofreu alterações em todo o seu tempo de vida. Ou ainda que em apenas 10% do seu tempo de vida tal propriedade sofreu alterações. A noção de instabilidade de uma propriedade de código fica um pouco mais completa que a apresentada pelo número de alterações absoluta, anc.

### 4.2.3

#### Métricas do Tipo “rni” (*Relative Number of Increase*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $V$  ao longo das versões de  $C$ ,  $R = \{r_{v_1}, r_{v_2}, \dots, r_{v_n}\}$ . O Número Relativo de Crescimento de  $M$  do componente  $C$ ,  $\text{rniM}(C)$ , é definido como  $\frac{|X|}{\text{TL}(C)}$ , tal que  $X \subset V$  e  $v_i \in X$  se e somente se  $r_{v_i} > r_{v_{i-1}}$  e  $i \geq 2$ . Ou seja, métricas do tipo rni contam o número relativo de vezes que uma propriedade de um componente aumentou ao longo do histórico do componente considerando o seu tempo de vida.

**Exemplo de Instância e de Cálculo:** Se tomarmos como exemplo de métrica convencional  $M$  o Número de Linhas de Código de uma componente  $C$ . Então podemos definir  $\text{rniLOC}$ , Número Relativo de Crescimento em LOC, como instância de métrica sensível à história do tipo rni. Nesse caso,  $\text{rniLOC}(C)$  significa o número de vezes que a métrica LOC cresceu ao longo do histórico do componente  $C$  em relação ao tempo de vida de  $C$ ,  $\text{TL}(C)$ .

**Exemplo de Cálculo:** Podemos observar na Tabela 4.1 que o valor de LOC de A foi crescente em todas as transições de versão possíveis. Nesse caso,

temos um rni máximo de LOC, ou seja  $\text{rniLOC}(A)_{v_4} = 1$ , pois o  $\text{TL}(A)_{v_4} = 3$  e o número de vezes que LOC foi crescente também é 3. Já a classe B possui  $\text{rniLOC}(B)_{v_4} = 0$ , pois o número de linhas de código permaneceu constante ao longo das versões. De uma forma geral, em uma versão  $v_j$  de um componente  $C$ , uma instância da métrica rni que tome a métrica  $M$  como base, seria calculada como:

$$\text{rniM}(C)_{v_j} = \frac{\sum_{i=2}^j X_{v_i}}{\text{TL}(C)_{v_j}} \quad \text{onde } X_{v_i} = \begin{cases} 1, & M(C)_{v_i} > M(C)_{v_{i-1}} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo rni, fornecem uma idéia de instabilidade gerada pelo crescimento de valores de uma dada propriedade. Diferentemente da rnc que contabiliza qualquer tipo de alteração da propriedade, rni leva em consideração apenas as alterações que levaram ao aumento da propriedade. Assim como ocorria em rnd, rni leva em consideração também o tempo de vida do componente avaliado. Através dessa métrica é possível saber que o número de linhas de código de um componente aumentou em todo o ciclo de vida desse componente. Ou ainda que em 80% do seu tempo de vida tal propriedade cresceu. Imagine que em um componente com um grande número de versões, o acoplamento foi crescente em 100% do seu tempo de vida. Isso pode fornecer um indicativo de que essa classe precisa ser revista ou até mesmo refatorada.

#### 4.2.4

#### Métricas do Tipo “rnd” (*Relative Number of Decrease*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $V$  ao longo das versões de  $C$ ,  $R = \{r_{v_1}, r_{v_2}, \dots, r_{v_n}\}$ . O Número Relativo de Decrescimento de  $M$  do componente  $C$ ,  $\text{rndM}(C)$ , é definido como  $\frac{|X|}{\text{TL}(C)}$ , tal que  $X \subset V$  e  $v_i \in X$  se e somente se  $r_{v_i} < r_{v_{i-1}}$  e  $i \geq 2$ . Ou seja, métricas do tipo rnd contam o número de vezes que uma propriedade decresceu ao longo do histórico do componente em relação ao seu tempo de vida.

**Exemplo de Instância e de Cálculo:** Se tomarmos como exemplo de métrica convencional  $M$ , o Número de Linhas de Código de uma componente  $C$ . Podemos definir  $\text{rndLOC}$ , Número Relativo de Decrescimento em LOC, como instância de métrica sensível à história do tipo rnd. Nesse caso,  $\text{rndLOC}(C)$  significa o número de vezes que a métrica LOC decresceu ao longo do histórico do componente  $C$  em relação ao tempo de vida de  $C$ ,  $\text{TL}(C)$ .

Exemplo de Cálculo: O valor de  $\text{rndLOC}(A)_{v_4} = \text{rndLOC}(B)_{v_4} = 0$ , pois em ambos os componentes não houve decaimento no valor de LOC em

nenhuma das transições de versão. De uma forma geral, em uma versão  $v_j$  de  $C$ , uma instância da métrica rnd que tome a métrica  $M$  como base pode ser calculada da seguinte forma:

$$\text{rniM}(C)_{v_j} = \frac{\sum_{i=2}^j X_{v_i}}{TL(C)_{v_j}} \quad \text{onde } X_{v_i} = \begin{cases} 1, & M(C)_{v_i} < M(C)_{v_{i-1}} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo rnd, fornecem uma idéia de instabilidade gerada pelo decaimento de valores de uma dada propriedade. Diferentemente da rnc que contabiliza qualquer tipo de alteração da propriedade, rnd leva em consideração apenas as alterações que levaram ao decaimento da propriedade. Assim como ocorria em rnc, rnd leva em consideração também o tempo de vida do componente avaliado. Através dessa métrica é possível saber que o número de linhas de código de um componente decresceu em todas as versões pertencentes ao seu ciclo de vida. Ou ainda que em 80% do seu tempo de vida tal propriedade decresceu. Imagine que em um componente com um grande número de versões, e que em 100% do seu tempo de vida a coesão foi decrescente. Isso pode fornecer um indicativo de que essa classe precisa ser revista ou até mesmo refatorada.

#### 4.2.5

#### Métricas do Tipo “gpi” (*General Percentage Increase*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $P$  ao longo das versões de  $C$ ,  $r_{v_1}$  o resultado da métrica  $M$  na primeira versão do componente  $C$  e  $r_{v_n}$  o resultado da métrica  $M$  na versão avaliada. A idéia de Aumento Percentual Geral de  $M$  no componente  $C$ ,  $\text{gpdM}(C)$ , é definido como  $\frac{r_{v_n} - r_{v_1}}{r_{v_1}}$ , caso  $r_{v_n} > r_{v_1}$ . Ou seja, métricas do tipo gpd indica o aumento do valor de uma medida de um componente em relação ao seu valor inicial.

**Exemplo de Instância:** Se tomarmos como exemplo de métrica convencional  $M$ , o Número de Linhas de Código de uma componente  $C$ . Podemos definir  $\text{gpdLOC}$ , Aumento Percentual Geral de LOC, como uma instância de métrica sensível à história do tipo gpd. Nesse caso,  $\text{gpdLOC}(C)$  significa o aumento percentual do de linhas de código do componente  $C$  em relação ao número de linhas de código existente na versão em que  $C$  foi criado.

Exemplo de Cálculo: Suponha que quiséssemos o valor de  $\text{gpiLOC}(B)_{v_4}$ . Na Tabela 4.1, a classe  $B$  possui  $\text{LOC} = 200$  tanto na sua primeira versão,  $v_2$ , quanto em  $v_4$ . Nesse caso, não houve aumento de LOC em relação ao projeto inicial do componente. Já o  $\text{gpiLOC}(A)_{v_4}$  seria  $\frac{\text{LOC}(A)_{v_4} - \text{LOC}(A)_{v_1}}{\text{LOC}(A)_{v_1}}$

$= \frac{383 - 218}{218} = 0,75$ . Isso indica que a classe B teve um aumento de tamanho superior a 70% em relação ao projeto inicial dessa classe. De uma forma geral, seja  $r_{v_1}$ , o valor de uma métrica convencional  $M$  na primeira versão de  $C$  e  $r_{v_j}$  o valor de  $M$  na versão  $v_j$  a ser avaliada. Em uma instância da métrica gpd que tome a métrica  $M$  como base,  $\text{gpiM}_{v_j}$  seria calculada como mostra a seguir.

$$\text{gpiM}(C)_{v_j} = \begin{cases} \frac{M(C)_{v_n} - M(C)_{v_1}}{M(C)_{v_1}}, & \text{se } M(C)_{v_n} > M(C)_{v_1} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo gpi fornecem um indicador de crescimento de uma medida de um componente em relação a essa medida na versão inicial do componente. Essa métrica pode contribuir para avaliar a degeneração de uma propriedade em relação a avaliada no projeto original do sistema. Por exemplo, o percentual de aumento da complexidade, dentre outras. Um elevado percentual de aumento da complexidade, pode representar um problema de degeneração do sistema.

#### 4.2.6

#### Métricas do Tipo “gpd” (*General Percentage Decrease*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $P$  ao longo das versões de  $C$ ,  $r_{v_1}$  o resultado da métrica  $M$  na primeira versão do componente  $C$  e  $r_{v_n}$  o resultado da métrica  $M$  na versão avaliada. A idéia de Decaimento Percentual Geral de  $M$  no componente  $C$ ,  $\text{gpdM}(C)$ , é definido como  $\frac{r_{v_n} - r_{v_1}}{r_{v_1}}$ , caso  $r_{v_n} < r_{v_1}$ . Ou seja, métricas do tipo gpd indica o decaimento do valor de uma medida de um componente em relação ao seu valor inicial.

**Exemplo de Instância:** Se tomarmos como exemplo de métrica convencional  $M$ , o Número de Linhas de Código de uma componente  $C$ . Podemos definir  $\text{gpdLOC}$ , Decaimento Percentual Geral de LOC, como uma instância de métrica sensível à história do tipo gpd. Nesse caso,  $\text{gpdLOC}(C)$  significa o aumento percentual do de linhas de código do componente  $C$  em relação ao número de linhas de código existente na versão em que  $C$  foi criado.

Exemplo de Cálculo: Na Tabela 4.1, em qualquer versão que as classes A ou B sejam avaliadas,  $\text{gpdLOC}$  seria igual zero. Isso porque elas não sofrem diminuição no valor de LOC em nenhuma das transições de versão. De uma forma geral, seja  $r_{v_1}$ , o valor de uma métrica convencional  $M$  na primeira

versão de  $C$  e  $r_{v_j}$  o valor de  $M$  na versão  $v_j$  analisada. De uma forma geral, seja  $r_{v_1}$ , o valor de uma métrica convencional  $M$  na primeira versão de  $C$  e  $r_{v_j}$  o valor de  $M$  na versão  $v_j$  a ser avaliada. Em uma instância da métrica  $gpd$  que tome a métrica  $M$  como base,  $gpdM_{v_j}$  seria calculada como mostra a seguir.

$$gpdM(C)_{v_j} = \begin{cases} \frac{M(C)_{v_n} - M(C)_{v_1}}{r_{v_1}}, & \text{se } M(C)_{v_n} < M(C)_{v_1} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo  $gpd$  fornecem um indicador de decaimento de uma medida de um componente em relação a essa medida na versão inicial do componente. Essa métrica pode contribuir para avaliar a degeneração de uma propriedade em relação a avaliada no projeto original do sistema. Por exemplo, o percentual de decaimento da coesão, dentre outras. Um elevado percentual de decaimento da coesão, pode representar um problema degeneração do sistema.

#### 4.2.7

#### Métricas do Tipo “rpi” (*Recent Percentage Increase*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $P$  ao longo das versões de  $C$ ,  $r_{v_{n-1}}$  o resultado da métrica  $M$  na versão anterior à versão avaliada e  $r_{v_n}$  o resultado da métrica  $M$  na versão avaliada. A ideia de Aumento Percentual Recente de  $M$  no componente  $C$ ,  $rpiM(C)$ , é definido como  $\frac{r_{v_{n-1}} - r_{v_n}}{r_{v_{n-1}}}$ , caso  $r_{v_n} > r_{v_{n-1}}$ . Ou seja, métricas do tipo  $rpi$  indicam o aumento do valor de uma medida de um componente em relação ao seu valor na versão de  $C$  imediatamente anterior à avaliada.

**Exemplo de Instância:** Se tomarmos como exemplo de métrica convencional  $M$ , o Número de Linhas de Código de uma componente  $C$ . Podemos definir  $rpiLOC$ , Aumento Percentual Recente de LOC, como uma instância de métrica sensível à história do tipo  $rpi$ . Nesse caso,  $rpiLOC(C)$  na versão  $v_i$  significa o aumento percentual de linhas de código do componente  $C$  em relação ao valor de  $M$  na versão anterior à  $v_i$ .

**Exemplo de Cálculo:** Através dos valores informados na Tabela 4.1 podemos definir  $rpiLOC(A)_{v_3} = \frac{359 - 288}{288}$  e  $rpiLOC(A)_{v_4} = \frac{383 - 359}{359}$ . De uma forma geral, em uma versão  $v_j$  de  $C$ , uma instância da métrica  $rnd$  que tome a métrica  $M$  como base pode ser calculada da seguinte forma:

$$\text{rpiM}(C)_{v_j} = \begin{cases} \frac{M(C)_{v_{j-1}} - M(C)_{v_j}}{M(C)_{v_{j-1}}}, & \text{se } M(C)_{v_{j-1}} < M(C)_{v_j} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo rpi fornecem um indicador de crescimento de uma medida de um componente em relação a essa medida na versão anterior mais recente do componente. Enquanto a gpi pode considerar código bastante legado que talvez já seja muito diferente da realidade do código, rpd considera apenas um passado mais recente na avaliação desse crescimento percentual. Da mesma forma que gpi, rpi pode contribuir para avaliar a degeneração de uma propriedade, entretanto comparando valores que pertencem ao um histórico mais recente. Por exemplo, um elevado percentual de aumento da complexidade, entre duas versões, pode prever um problema de degeneração do sistema a ser refletido em versões futuras. Nesse caso, dependendo da propriedade considerada, pode ser interessante para desenvolvedores ficarem atentos para valores de rpi muito altos.

#### 4.2.8

#### Métricas do Tipo “rpd” (*Recent Percentage Decrease*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $P$  ao longo das versões de  $C$ ,  $r_{v_{n-1}}$  o resultado da métrica  $M$  na versão anterior à versão avaliada e  $r_{v_n}$  o resultado da métrica  $M$  na versão avaliada. A idéia de Decrescimento Percentual Recente de  $M$  no componente  $C$ ,  $\text{rpdM}(C)$ , é definido como  $\frac{r_{v_{n-1}} - r_{v_n}}{r_{v_{n-1}}}$ , caso  $r_{v_n} < r_{v_{n-1}}$ . Ou seja, métricas do tipo rpd indicam o decaimento do valor de uma medida de um componente em relação ao seu valor na versão de  $C$  imediatamente anterior à avaliada.

**Exemplo de Instância:** Se tomarmos como exemplo de métrica convencional  $M$ , o Número de Linhas de Código de uma componente  $C$ . Podemos definir  $\text{rpiLOC}$ , Decrescimento Percentual Recente de LOC, como uma instância de métrica sensível à história do tipo rpd. Nesse caso,  $\text{rpdLOC}(C)$  na versão  $v_i$  significa o decaimento percentual de linhas de código do componente  $C$  em relação ao valor de  $M$  na versão anterior à  $v_i$ .

**Exemplo de Cálculo:** Na Tabela 4.1, em qualquer versão que as classes A ou B sejam avaliadas,  $\text{rpdLOC}$  seria igual zero. Isso porque elas não sofrem diminuição no valor de LOC. De uma forma geral, em uma versão  $v_j$  de  $C$ , uma instância da métrica rpd que tome a métrica  $M$  como base pode ser calculada da seguinte forma:

$$\text{rpdM}(C)_{v_j} = \begin{cases} \frac{M(C)_{v_{j-1}} - M(C)_{v_j}}{r_{v_{j-1}}}, & \text{se } M(C)_{v_j} < M(C)_{v_{j-1}} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo rpd fornecem um indicador de crescimento de uma medida de um componente em relação a essa medida na versão anterior mais recente do componente. Enquanto a gpd pode considerar código bastante legado que talvez já seja muito diferente da realidade do código, rpd considera apenas um passado mais recente na avaliação desse decréscimo percentual. Da mesma forma que gpd, rpd pode contribuir para avaliar a degeneração de uma propriedade, entretanto comparando valores que pertencem a um histórico mais recente. Por exemplo, um elevado percentual de decréscimo da coesão, entre duas versões, pode prever um problema de degeneração do sistema a ser refletido em versões futuras. Nesse caso, dependendo da propriedade considerada, pode ser interessante para desenvolvedores ficarem atentos para valores de rpd muito altos.

#### 4.2.9

#### Métricas do Tipo “rdoc” (*Relative Difference of Overall Change*)

**Definição:** Dada uma propriedade  $P$ , um componente  $C$  e um conjunto  $V$  de versões do componente  $C$ ,  $V(C) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . Dado um conjunto  $R$  de resultados de uma métrica convencional  $M$  que avalia a propriedade  $P$  ao longo das versões de  $C$ ,  $R = \{r_{v_1}, r_{v_2}, \dots, r_{v_n}\}$ . A idéia de Diferença Relativa Geral das Alterações em  $M$  avaliada em uma versão  $v_j$  de  $C$ ,  $\text{rdocM}(C)_{v_j}$ , é definido como  $\frac{\sum_{i=2}^j |r_{v_i} - r_{v_{i-1}}|}{TL(C)_{v_j}}$ . Ou seja, métricas do tipo rdoc indicam um valor médio das diferenças entre as medidas ao longo das versões de um componente.

**Exemplo de Instância:** Se tomarmos como exemplo de métrica convencional  $M$ , o Número de Linhas de Código de uma componente  $C$ . Podemos definir  $\text{rdocLOC}$ , Aumento Percentual Geral de LOC, como uma instância de métrica sensível à história do tipo gpd. Nesse caso,  $\text{rdocLOC}(C)$  significa a média de diferenças entre linhas de código avaliadas ao longo das versões do componente  $C$ .

Exemplo de Cálculo: Tenha a classe A os valores de LOC especificados na Tabela 4.1. Temos,  $\text{rdocLOC}(A)_{v_4} = \frac{||218-288|-|283-359||-|359-383||}{3}$ . O que quer dizer a soma dos módulos das diferenças entre as versões sobre o tempo de vida do componente. De forma geral, em uma versão  $v_j$  de  $C$ , uma instância da métrica rdoc que tome a métrica  $M$  como base pode ser calculada da seguinte forma:

$$\text{rdocM}(C)_{v_j} = \frac{\sum_{i=2}^j |M(C)_{v_i} - M(C)_{v_{i-1}}|}{TL(C)_{v_j}}$$

**Relevância Associada ao Exemplo:** Métricas do tipo rdoc fornecem uma média da variação de uma métrica ao longo da história de um componente. Variações muito acentuadas entre duas versões podem indicar que desenvolvedores responsáveis pelas mudanças em uma determinada transição de versão, podem não ter compreendido devidamente o projeto da versão a alterar, impactando em alterações bruscas das propriedades de código entre as versões.