

1. ELRAD, T.; FILMAN, R.; BADER, A. Aspect-Oriented Programming. **Communication of the ACM**. October 2001, 44 (10), pp. 29-32.
2. KICZALES, G. et al. Aspect-Oriented Programming. **Proceedings of the 11th European Conference on Object-Oriented Programming**. LNCS (1241), Springer-Verlag, Finland, 1997, pp. 220-242.
3. TARR, P.; OSSHER, H.; HARRISON, W.; SUTTON, S. N. N Degrees of Separation: Multi-Dimensional Separation of Concerns. **Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering**. ACM Press, Los Angeles, USA, 1999, pp. 107-119.
4. GARCIA, A. F.; SILVA, V. T.; CHAVEZ, C. F. G.; LUCENA, C. J. P. Engineering Multi-Agent Systems with Aspects and Patterns. **Journal of the Brazilian Computer Society**. July 2002, 1 (8), pp. 57-72.
5. HANNEMANN, J.; KICZALES, G. Design Pattern Implementation in Java and AspectJ, **Proceedings of the 17th Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications (OOPSLA'02)**. Seattle, USA, 2002, pp. 161-173.
6. CHIDAMBER, S.; KEMERER, C. A Metrics Suite for Object Oriented Design. **IEEE Transactions on Software Engineering**. June 1994, 20 (6), pp. 476-493.
7. HENDERSON-SELLERS, B. **Object-Oriented Metrics: Measures of Complexity**. Prentice Hall, New Jersey, 1996.
8. BASILI, V.; BRIAND, L.; MELO, W. A Validation of Object-Oriented Design Metrics as Quality Indicators. **IEEE Transactions on Software Engineering**. October 1996, 22 (10), pp. 751-761.
9. LI, W.; HENRY, S. Object-Oriented Metrics that Predict Maintainability. **Journal of Systems and Software**. February 1993, 23 (2), pp. 111-122.
10. BOEHM, B. **Software Engineering Economics**, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1981.
11. MCGARRY, F.; PAJERSK, R.; PAGE, G.; WALIGORA, S.; BASILI, V.; ZELKOWITZ, M. Software Process Improvement in the NASA Software Eng. Laboratory. **Technical Report CMU/SEI-95-TR-22**. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, December 1994.
12. **Borland TogetherSoft website**. URL: <http://www.togethersoft.com>. November 2003.
13. GHEZZI, C.; JAZAYERI, M.; MANDRIOLI, D. **Fundamentals of Software Engineering**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1991.

14. DIJKSTRA, E. **A Discipline of Programming**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.
15. KICZALES, G.; HILSDALE, E.; HUGUNIN, J.; KERSTEN, M.; PALM, J.; GRISWOLD, W. Getting Started with AspectJ. **Communication of the ACM**. October 2001, 44 (10), pp. 59-65.
16. The AspectJ Team. **The AspectJ™ Programming Guide**. <http://www.eclipse.org/aspectj>, December 2003.
17. **Java Reference Documentation**. <http://java.sun.com/reference/docs/index.html>. February 2004.
18. KITCHENHAM, B.; PFLEEGER, S.; FENTON, N. Towards a Framework for Software Measurement Validation. **IEEE Transactions on Software Engineering**. December 1995, 21 (12), pp. 929-943.
19. FENTON, N.; PFLEEGER, S. **Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach**. 2.ed. London: PWS, 1997.
20. YOURDON, E.; CONSTANTINE, L. L. **Structured Design**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1979.
21. MCCALL, J. A.; RICHARDS, P. K.; WALTERS, G. F. Factors in Software Quality. **RADC TR-77-369, 1977**. Vols. I, II, III, US Rome Air Development Center Reports NTIS AD/A-049 014, 015, 055, 1977.
22. BOEHM, B. W. et al. **Characteristics of Software Quality**. TRW Series of Software Technology. Amsterdam, North Holland, 1978.
23. BASILI, V.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. The Goal Question Metric Approach. **Encyclopedia of Software Engineering**. Volume 1, John Wiley & Sons, Inc., 2. ed., 2002, pp. 578-583.
24. GRESSE, C.; ROMBACH, H. D.; RUHE, R. A Practical Approach For Building GQM-Based Measurement Programs – Lessons Learned From Three Industrial Case Studies. Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering. **Tutorial presented at X Brazilian Symposium on Software Engineering**. São Carlos, Brazil, 1996.
25. BRIAND, L.; EL EMAM, K.; MORASCA, S. Theoretical and Empirical Validation of Software Product Measures. **Technical Report ISERN-95-03**. Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering, Germany, 1995.
26. MEYER, B. **Object-Oriented Software Construction**. 2.ed. Prentice Hall, New York, NY, 1997.
27. SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**, 6.ed. Addison-Wesley, Harlow, England, 2001.
28. LAMB, D. A. **Software Engineering: Planning for Change**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.
29. PARNAS, D. On the Criteria to Be Used in Decomposing Systems into Modules. **Communications of the ACM**, 15 (12), December 1972, pp. 1053-1058.

30. ZACARIA, A.; HOSNY, H. Metrics for Aspect-Oriented Software Design. **Proceedings of the Third International Workshop on Aspect-Oriented Modeling with UML at AOSD'03 International Conference on Aspect-Oriented Software Development**, 2003.
31. ZHAO, J. Towards a Metrics Suite for Aspect-Oriented Software. **Technical-Report SE-136-25**. Information Processing Society of Japan (IPSJ), March 2002.
32. HITZ, M.; MONTAZERI, B. Chidamber & Kemerer's Metrics Suite: A Measurement Theory Perspective. **IEEE Transactions on Software Engineering**. 1996, 22 (4), pp. 276-270.
33. LOPES, C. D: **A Language Framework for Distributed Programming**. PhD Thesis, College of Computer Science, Northeastern University, 1997.
34. BANDI, B. K.; VAISHNAVI, V. K.; TURK, D. E. Predicting Maintenance Performance Using Object-Oriented Design Complexity Metrics. **IEEE Transactions on Software Engineering**. January 2003, 29 (1), pp. 77-87.
35. FRAKES, W.; TERRY, C. Software Reuse and Reusability Metrics and Models. **Technical report TR-95-07**. Virginia Polytechnic Institute and State University, 1995.
36. HOGAN, J. An Analysis of OO Software Metrics. **Research Report CS-RR-324**, Department of Computer Science, University of Warwick, Coventry, UK, 1997
37. ABOUNADER, J. R.; LAMB, A. Data Model for Object-Oriented Design Metrics. **Technical Report ISSN-0836-0227-1997-409**. Queen's University, Kingston, Ontario, Canada, 1997.
38. HENRY, S.; LATTANZI, M. Measurement of Software Maintainability and Reusability in the Object Oriented Paradigm. **Technical Report TR-94-19**, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, 1994.
39. MARTIN, R. OO Design Quality Metrics: An Analysis of Dependencies, **Position Paper in the Workshop on Pragmatic and Theoretical Directions in Object-Oriented Software Metrics**. OOPSLA'94, October 1994.
40. FRAPPIER, M.; MATWIN, S.; MILL, A. Software Metrics for Predicting Maintainability. **Software Metrics Study: Technical Memorandum 2**. University of Ottawa, Canadian Space Agency, 1994.
41. PAPAIOANNOU, T.; EDWARDS, J. Building Agile Systems with Mobile Code. **Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**. 2001, 4 (4), pp. 293-310.
42. GARCIA, A. F.; SANT'ANNA, C. N.; CHAVEZ, C. F. G.; SILVA, V. T.; LUCENA, C. J. P.; STAA, A. Separation of Concerns in Multi-Agent Systems: An Empirical Study. In: LUCENA, C. J. P. et al. (Eds.). **Advances in Software Engineering for Multi-Agent Systems**. Springer-Verlag, LNCS 2960, (accepted to appear).
43. GARCIA, A. F.; SANT'ANNA, C. N.; CHAVEZ, C. F. G.; SILVA, V. T.; LUCENA, C. J. P.; STAA, A. Agents and Objects: An Empirical Study on

- the Design and Implementation of Multi-Agent Systems. **Proceedings of the SELMAS'03 Workshop at ICSE'03**. Portland, USA, May 2003, pp. 11-22.
44. GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. **Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software**. Addison-Wesley, Reading, 1995.
 45. OMG. **OMG Unified Modeling Language Specification, Version 1.5, OMG Document formal/03-03-01**, March 2003, <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>. December 2003.
 46. CHAVEZ, C. F. G.; LUCENA, C. J. P. Design Support for Aspect-oriented Software Development. **Proceedings of the Doctoral Symposium at OOPSLA'2001**, Tampa Bay, USA, October 2001, pp. 14-18.
 47. SANT'ANNA, C. N.; GARCIA, A. F.; LUCENA, C. J. P. Evolução de um Sistema Multi-Agentes: Implementando Mobilidade em Agentes de Informação. **Relatório Técnico MCC55/03**, PUC-Rio, Rio de Janeiro, Brasil, Novembro 2003.
 48. **The Aspect-Oriented Design Pattern Implementation Homepage**. <http://www.cs.ubc.ca/~jan/AODPs/>. November 2003.
 49. BRIAND, L.; BUNSE, C.; DALY, J. An experimental evaluation of quality guidelines on the maintainability of object-oriented design guidelines. **Technical Report ISERN-97-02**. Fraunhofer Institute (IESE), Kaiserslautern, Germany, 1997.
 50. BRIAND, L.; MORASCA, S.; BASILI, V. Property-Based Software Engineering Measurement. **IEEE Transactions of Software Engineering**. 1996, 22 (1), pp. 68-86.
 51. BRIAND, L.; DALY, J.; WÜST, J. A Unified Framework for Cohesion Measurement in Object-Oriented Systems. **Empirical Software Engineering Journal**. 1998, 3 (1), pp. 65-117.
 52. BRIAND, L.; DALY, J.; WÜST, J. A Unified Framework for Coupling Measurement in Object-Oriented Systems. **IEEE Transactions on Software Engineering**. 1999, 25 (1), pp. 91-121.
 53. DRIVER, C. **Evaluation of Aspect-Oriented Software Development for Distributed Systems**. Masters Thesis, University of Dublin, September 2002.
 54. KERSTEN, M. A.; MURPHY, G. C. Atlas: A Case Study in Building a Web-based learning environment using aspect-oriented programming. **Proceedings of the Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications (OOPSLA'99)**. November 1999, pp. 340-352.
 55. SANT'ANNA, C. N.; GARCIA, A. F.; CHAVEZ, C. F. G.; LUCENA, C. J. P.; STAA, A. On the Reuse and Maintenance of Aspect-Oriented Software: An Evaluation Framework. **Proceedings of the XVII Brazilian**

- Symposium on Software Engineering.** Manaus, Brazil, October 2003, pp. 19-34.
56. SOARES, S.; LAUREANO, E.; BORBA, P. Implementing Distribution and Persistence Aspects with AspectJ. **Proceedings of the 17th Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages, and Applications (OOPSLA'02).** Seattle, USA, 2002, pp. 174-190.
 57. CHAVEZ, C. F. G., LUCENA, C. J. P. A Theory of Aspects for Aspect-Oriented Software Development. **Proceedings of the XVII Brazilian Symposium on Software Engineering.** Manaus, Brazil, October 2003, pp. 130-145.
 58. MURPHY, G. C.; WALKER, R. J.; BANIASSAD, E. L. A.; ROBILLARD, M. P.; LAI, A.; KERSTEN, M. A. Does aspect-oriented programming work? **Communication of the ACM.** October 2001, 44 (10), pp. 75-77.
 59. BRIAND, L.; MORASCA, S.; BASILI, V. Defining and Validating High-Level Design Metrics. **Technical Report CS-TR-3301.** Computer Science Department, University of Maryland, College Park, 1994.
 60. BRIAND, L.; MORASCA, S.; BASILI, V. Goal-Driven Definition of Product Metrics Based on Properties. **Technical Report CS-TR-3346.** Computer Science Department, University of Maryland, College Park, 1994.
 61. KICZALES, G.; HILSDALE, E.; HUGUNIN, J.; KERSTEN, M. A.; PALM, J.; GRISWOLD, W. G. An overview of AspectJ. **Proceedings of the European Conference on Object-Oriented Programming.** Budapest, Hungary, 2001, pp. 18-22.
 62. BIEMAN, J. M. Metric development for object-oriented software. In: MELTON, A. (Ed.). **Software Measurement: Understanding Software Engineering.** Int. Thompson Computer Press, 1996, pp. 75-92.

Anexo A – Resultados da Aplicação das Métricas no Primeiro Estudo Experimental

Este anexo apresenta todos os dados obtidos com a aplicação das métricas do framework de avaliação nas duas versões do sistema Portalware, na fase de construção (Seção 6.1.3).

A tabela abaixo mostra os dados obtidos com a aplicação das métricas de acoplamento, coesão e tamanho em todas as classes da versão orientada a objetos do sistema.

Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Adaptation	15	2	72	-	0	9
Agent	12	1	118	50	9	33
Answerer	7	5	36	4	1	8
App	19	1	97	-	0	3
Autonomy	9	2	38	15	1	12
AvailabilityPlan	8	3	16	-	0	7
Belief	0	1	16	13	1	10
BeliefAgentList	2	2	17	0	1	6
BeliefMyRole	0	2	14	0	1	5
Cproposal	0	2	3	-	0	1
CproposalMsg	1	3	10	0	1	5
Caller	7	5	35	3	1	6
Collaboration	1	3	13	-	0	14
CollaborationPlan	2	2	6	-	0	4
CollaborativeAgent	5	2	46	0	1	12
CollaboratorCore	5	4	49	43	2	19
CollaboratorRole	1	4	36	0	1	15
CompositeBelief	1	2	17	0	1	7
CompositeGoal	1	2	17	0	1	7
ContentDistributionPlan	8	3	15	-	0	7
ContentProposal	0	2	10	0	1	3
ContentSupplier	4	5	16	1	1	4
CoordinatorAgent	3	2	15	-	0	8
DecisionPlan	3	2	13	1	1	7
EditionGoal	0	2	16	1	2	5
EditionWorkDistributionPlan	6	3	14	-	0	7
Editor	7	5	24	-	0	8
Effector	2	1	9	0	1	4
Environment	6	1	62	3	3	12
EnvironmentThread	2	3	36	34	2	22
Goal	1	1	17	15	1	12
GoalMsg	1	2	16	0	1	10
InformationAgent	3	3	35	1	2	8
InformationExchangeGoal	0	2	15	0	1	6
Interaction	7	2	54	36	4	20
MainThread	5	3	46	43	3	22
MakeDecisionGoal	0	2	5	-	0	1
Message	0	1	25	0	2	10
NegotiationMsg	0	2	5	-	0	3
NewAgentNotification	1	2	11	0	2	4
Notification	0	1	6	-	0	2
NotificationMsg	1	2	16	0	1	9

Plan	5	1	35	35	3	21
Property	1	1	7	-	1	1
Proposal	0	1	4	-	0	1
ProposalMsg	1	3	17	2	2	8
ReactionPlan	2	2	6	-	0	4
ResourceMsg	0	2	10	0	1	5
ResponseCheckingGoal	0	2	5	-	0	1
ResponseMsg	1	2	17	2	2	8
ResponseReceivingPlan	8	3	14	-	0	7
SearchAskAnsweringPlan	6	3	15	-	0	7
SearchResultReceivingGoal	0	2	12	1	1	4
SearchResultReceivingPlan	9	3	17	-	0	7
SearchSendPlan	8	3	29	-	0	9
SearchingGoal	0	2	5	-	0	1
SearchingPlan	9	3	22	-	0	7
Sensor	5	1	32	0	4	8
SharedObject	1	1	44	0	4	8
UserAgent	3	3	17	1	1	5

Tabela 9 – Métricas de acoplamento, coesão e tamanho: dados da versão OO

A tabela abaixo mostra os dados obtidos com a aplicação das métricas de acoplamento, coesão e tamanho em todas as classes e aspectos da versão orientada a aspectos do sistema. O valor da métrica VS foi 60 para a versão OO e 56 para versão OA.

Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Adaptation	15	1	67	-	0	10
Agent	9	1	95	57	6	29
Answerer	8	1	30	6	1	9
App	19	1	97	-	0	3
Autonomy	9	1	37	15	1	14
AvailabilityPlan	4	3	9	-	0	7
Belief	0	1	15	13	1	10
BeliefAgentList	2	2	17	0	1	6
BeliefMyRole	0	2	14	0	1	5
Blackboard	6	1	59	3	3	12
Cproposal	0	2	3	-	0	1
CProposalMsg	1	3	10	0	1	5
Caller	9	1	43	10	1	12
Collaboration	8	1	22	4	1	8
CollaborationPlan	2	2	6	-	0	4
CompositeBelief	1	2	17	0	1	7
CompositeGoal	1	2	17	0	1	7
ContentDistributionPlan	4	3	9	-	0	7
ContentProposal	0	2	10	0	1	3
ControlThread	2	3	36	34	2	22
ContentSupplier	8	1	19	3	1	7
Coordinator_Agent	3	2	16	-	0	8
DecisionPlan	3	2	15	1	1	7
EditionGoal	0	2	16	1	2	5
EditionWorkDistributionPlan	6	3	14	-	0	7
Editor	10	1	29	-	0	15
Effector	2	1	9	0	1	4
Goal	1	1	17	15	1	12
GoalMsg	1	2	16	0	1	10
InformationExchangeGoal	0	2	15	0	1	6
Information_Agent	3	2	35	1	2	8
Interaction	7	1	59	48	4	25
MainThread	5	3	46	43	3	22
MakeDecisionGoal	0	2	5	-	0	1
Message	0	1	25	0	2	10
NegotiationMsg	0	2	5	-	0	3
NewAgentNotification	1	2	11	0	2	4
Notification	0	1	6	-	0	2

NotificationMsg	1	2	16	0	1	9
Plan	5	1	35	35	3	21
Proposal	0	1	4	-	0	1
ProposalMsg	1	3	17	2	2	8
ReactionPlan	2	2	6	-	0	4
ResourceMsg	0	2	10	0	1	5
ResponseCheckingGoal	0	2	5	-	0	1
ResponseMsg	1	2	17	2	2	8
ResponseReceivingPlan	4	3	9	-	0	7
SearchAskAnsweringPlan	4	3	10	-	0	7
SearchResultReceivingGoal	0	2	12	1	1	4
SearchResultReceivingPlan	4	3	10	-	0	7
SearchSendPlan	7	3	29	-	0	9
SearchingGoal	0	2	5	-	0	1
SearchingPlan	6	3	13	-	0	7
Sensor	5	1	32	0	4	8
SharedObject	1	1	44	0	4	8
User_Agent	5	2	17	1	1	5

Tabela 10 – Métricas de acoplamento, coesão e tamanho: dados da versão OA

Abaixo são mostrados o valor total, o valor máximo, o valor mínimo, a mediana e a média das métricas de separação de *concerns*, coesão e tamanho.

	CBC		DIT		LCOO		LOC		NOA		WOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Total	215	196	138	106	304	295	1445	1271	69	63	489	460
Máximo	19	19	5	3	50	57	118	97	9	6	33	29
Mínimo	0	0	1	1	0	0	3	3	0	0	1	1
Mediana	2	2	2	2	1	1	16	16	1	1	7	7
Média	3,6	3,4	2,3	1,9	8,2	8,2	24,1	22,3	1,2	1,1	8,2	8,1

Tabela 11 – Métricas de acoplamento, coesão e tamanho: valores gerais

A tabela abaixo mostra todos os dados obtidos com aplicação das métricas de separação de *concerns*. Esses dados são relativos a todos os *concerns* do sistema *Portalware*.

<i>Concern</i>	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	AO	OO	OA	OO	OA
Parte Fundamental do Agente	25	23	101	100	37	39
Propriedade de Adaptação	3	1	10	4	13	1
Propriedade de Autonomia	3	2	13	6	15	3
Propriedade de Interação	7	6	29	25	25	17
Propriedade de Colaboração	15	6	57	30	13	1
Papel Solicitante	7	1	21	5	15	1
Papel Fornecedor	6	1	21	4	13	1
Papel Editor	7	1	22	6	15	1
Papel Provedor de Conteúdo	6	1	19	3	13	1
Agente de Informação	37	33	162	137	41	41
Agente de Usuário	37	33	156	132	35	35
Instância do Agente de Informação	3	1	3	1	12	8
Instância do Agente de Usuário	4	2	4	2	14	10

Tabela 12 – Métricas de separação de *concerns*: dados das duas versões do sistema

As tabelas a seguir mostram as diferenças mais relevantes das métricas de acoplamento, coesão e tamanho.

Classe/Aspecto	LOC	
	OO	OA
Agent	118	95
Interaction	54	59
Collaboration	13	22
Answerer	36	30
Caller	35	43
ContentSupplier	16	19
Editor	24	29
SearchAskAnsweringPlan	15	10
SearchResultReceivingPlan	17	10
SearchingPlan	22	13
AvailabilityPlan	16	9
ContentDistributionPlan	15	9
ResponseReceivingPlan	14	9

Tabela 13 – Diferenças relevantes entre alguns componentes: métrica LOC

Classe/Aspecto	NOA	
	OO	OA
Agent	9	6
Collaboration	0	1

Tabela 14 – Diferenças relevantes entre alguns componentes: métrica NOA

Classe/Aspecto	WOC	
	OO	OA
Agent	33	29
Adaptation	9	10
Autonomy	12	14
Interaction	17	25
Collaboration	14	12
Answerer	8	9
Caller	6	12
ContentSupplier	4	7
Editor	8	15

Tabela 15 – Diferenças relevantes entre alguns componentes: métrica WOC

Classe/Aspecto	CBC	
	OO	OA
Agent	12	9
Answerer	7	8
Caller	7	9
ContentSupplier	4	8
Editor	7	10
SearchAskAnsweringPlan	6	4
SearchResultReceivingPlan	9	4
SearchingPlan	9	6
AvailabilityPlan	8	4
ContentDistributionPlan	8	4
ResponseReceivingPlan	8	4

Tabela 16 – Diferenças relevantes entre alguns componentes: métrica CBC

Classe/Aspecto	LCOO	
	OO	OA
Agent	50	57
Interaction	29	48
Answerer	4	6
Caller	3	10
ContentSupplier	1	3

Tabela 17 – Diferenças relevantes entre alguns componentes: métrica LCOO

Classe/Aspecto	DIT	
	OO	OA
Answerer	5	1
Caller	5	1
ContentSupplier	5	1
Editor	5	1
InformationAgent	3	2
UserAgent	3	2
Interaction	2	1
Autonomy	2	1
Adaptation	2	1

Tabela 18 – Diferenças relevantes entre alguns componentes: métrica DIT

Propriedade de Colaboração		LOC		NOA		WOC	
OO	Classe Collaboration	13	144	0	4	14	60
	Classe CollaboratorCore	49		2		19	
	Classe CollaboratorRole	36		1		15	
	Classe CollaborativeAgent	46		1		12	
OA	Aspecto Collaboration	22	22	1	1	12	12

Tabela 19 – Diferenças entre os componentes da propriedade de colaboração: métricas LOC, NOA e WOC

Papéis e Planos	LOC		CBC	
	OO	OA	OO	OA
Answerer + SearchAskAnsweringPlan	51	40	13	12
Caller + SearchingPlan + SearchResultReceivingPlan	74	66	25	19
ContentSupplier + AvailabilityPlan	32	28	12	12
Editor + ContentDistributionPlan + ResponseReceivingPlan	53	47	23	18

Tabela 20 – Diferenças entre a combinação de papéis e planos relacionados: métricas LOC e CBC

Anexo B – Resultados da Aplicação das Métricas no Segundo Estudo Experimental

Este anexo apresenta todos os dados obtidos no segundo experimental. Os dados foram coletados com a aplicação das métricas do framework de avaliação nas implementações em Java e AspectJ dos seguintes padrões de projeto da *GoF*: *Observer*, *Mediator*, *Prototype*, *Strategy*, *State* e *Abstract Factory*. As implementações avaliadas foram propostas por Hannemann & Kiczales [5]. As tabelas a seguir mostram os dados relativos a aplicação das métricas no código original de Hannemann & Kiczales e no código alterado com a inclusão de novos componentes participantes dos padrões. As linhas de total trazem o somatório dos valores das linhas acima, com exceção da coluna da métrica DIT. Nesse caso, as linhas de total trazem o maior dos valores das linhas acima.

Resultados do Padrão *Observer*

Implementação OO – Código Original						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Main	4	1	28	-	0	2
Observer	1	1	4	-	0	2
Point	4	2	42	15	4	18
Screen	3	2	29	1	2	11
Subject	1	1	6	-	0	5
Total:	13	2	109	16	6	38
Implementação OA – Código Original						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Main	4	1	28	-	0	2
Point	1	1	18	3	3	13
Screen	1	1	10	0	1	4
ObserverProtocol (a)	3	1	30	10	1	13
CoordinateObserver (a)	2	2	10	-	0	5
ColorObserver (a)	3	2	11	-	0	5
ScreenObserver (a)	2	2	10	-	0	5
Total:	16	2	117	13	5	47

Implementação OO – Código Alterado						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Main	12	1	54	-	0	2
Observer	1	1	4	-	0	2
Point	4	2	42	15	4	18
Point1	4	2	42	15	4	18
Point2	4	2	42	15	4	18
Point3	4	2	42	15	4	18
Point4	4	2	42	15	4	18
Screen	3	2	29	1	2	11
Screen1	2	2	15	1	1	6
Screen2	2	2	15	1	1	6
Screen3	2	2	15	1	1	6
Screen4	2	2	15	1	1	6
Subject	1	2	6	-	0	5
Total:	45	2	363	80	26	134
Implementação OA – Código Alterado						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Main	12	1	54	-	0	2
Point	1	1	18	3	3	13
Point1	1	1	18	3	3	13
Point2	1	1	18	3	3	13
Point3	1	1	18	3	3	13
Point4	1	1	18	3	3	13
Screen	1	1	10	0	1	4
Screen1	1	1	10	0	1	4
Screen2	1	1	10	0	1	4
Screen3	1	1	10	0	1	4
Screen4	1	1	10	0	1	4
ObserverProtocol (a)	3	1	32	15	1	15
CoordinateObserver (a)	6	2	14	-	0	5
ColorObserver (a)	7	2	15	-	0	5
ScreenObserver (a)	2	2	10	-	0	5
Total:	40	2	265	30	21	117

Tabela 21 – Resultados do padrão *Observer*: acoplamento, coesão e tamanho

Código Original						
Concern	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Observador	2	4	2	4	6	10
Papel de Sujeito	4	5	15	5	22	10
Código Alterado						
Concern	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Observador	6	4	6	4	22	10
Papel de Sujeito	8	5	43	5	70	10

Tabela 22 – Resultados do padrão *Observer*: separação de *concerns*

Resultados do Padrão *Mediator*

Implementação OO – Código Original						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Button	2	7	22	1	1	5
Colleague	1	1	4	-	0	2
Label	3	6	16	-	0	4
Main	6	1	23	-	4	2
Mediator	1	1	4	-	0	2
Total:	13	7	69	1	5	15
Implementação OA – Código Original						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Button	1	7	16	-	0	3
Label	0	6	7	-	0	2
Main	6	1	23	-	4	2
MediatorProtocol (a)	1	1	23	1	1	10
MediatorImplementation (a)	3	2	18	-	0	3
Total:	11	7	87	1	5	20
Implementação OO – Código Alterado						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Button	2	7	22	1	1	5
Button2	2	7	22	1	1	5
Button3	2	7	22	1	1	5
Button4	2	7	22	1	1	5
Button5	2	7	22	1	1	5
Colleague	1	1	4	-	0	2
Label	7	6	50	-	0	4
Main	10	1	47	-	12	2
Mediator	1	1	4	-	0	2
Total:	29	7	215	5	17	35
Implementação OA – Código Alterado						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Button	1	7	16	-	0	3
Button2	1	7	16	-	0	3
Button3	1	7	16	-	0	3
Button4	1	7	16	-	0	3
Button5	1	7	16	-	0	3
Label	0	6	7	-	0	2
Main	10	1	47	-	12	2
MediatorProtocol (a)	1	1	23	1	1	10
MediatorImplementation (a)	7	2	55	-	0	3
Total:	23	7	212	1	13	32

Tabela 23 – Resultados do padrão *Mediator*: acoplamento, coesão e tamanho

Código Original						
Concern	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Mediador	3	3	3	3	8	8
Papel de Colega	3	3	4	4	12	6
Código Alterado						
Concern	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Mediador	3	3	3	3	8	8
Papel de Colega	7	3	12	4	36	6

Tabela 24 – Resultados do padrão *Mediator*: separação de *concerns*

Resultados do Padrão *Prototype*

Implementação OO – Código Original						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
AnotherString	0	2	16	0	1	6
Main	3	1	34	-	0	2
MyString	0	2	16	0	1	6
Total:	3	2	66	0	2	14
Implementação OA – Código Original						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
AnotherString	0	2	13	0	1	5
Main	3	1	30	-	0	2
MyString	0	2	13	0	1	5
PrototypeProtocol (a)	0	1	17	-	0	5
StringPrototypes (a)	2	2	13	-	0	2
Total:	5	2	86	0	2	19
Implementação OO – Código Alterado						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
AnotherString	0	2	16	0	1	6
Main	7	1	50	-	0	2
MyString	0	2	16	0	1	6
String1	0	2	16	0	1	6
String2	0	2	16	0	1	6
String3	0	2	16	0	1	6
String4	0	2	16	0	1	6
Total:	7	2	146	0	6	38
Implementação OA – Código Alterado						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
AnotherString	0	2	13	0	1	5
Main	7	1	46	-	0	2
MyString	0	2	13	0	1	5
String1	0	2	13	0	1	5
String2	0	2	13	0	1	5
String3	0	2	13	0	1	5
String4	0	2	13	0	1	5
PrototypeProtocol (a)	0	1	17	-	0	5
StringPrototypes (a)	6	2	17	-	0	2
Total:	13	2	158	0	6	39

Tabela 25 – Resultados do padrão *Prototype*: acoplamento, coesão e tamanho

Código Original						
Concern	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Protótipo	3	5	3	5	14	10
Código Alterado						
Concern	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Protótipo	7	9	7	5	30	18

Tabela 26 – Resultados do padrão *Prototype*: separação de *concerns*

Resultados do Padrão *Strategy*

Implementação OO – Código Original						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
BubbleSort	1	2	18	-	0	6
LinearSort	1	2	21	-	0	6
Main	2	1	15	-	0	2
Sorter	2	1	17	-	0	5
SortingStrategy	0	1	4	-	0	2
Total:	6	2	75	0	0	21
Implementação OA – Código Original						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	LOC
BubbleSort	1	1	18	-	0	6
LinearSort	1	1	21	-	0	6
Main	4	1	26	-	0	4
Sorter	0	1	6	-	0	2
StrategyProtocol (a)	1	1	9	0	1	5
SortingStrategy (a)	3	2	13	-	0	3
Total:	10	2	93	0	1	26
Implementação OO – Código Alterado						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
BubbleSort	1	2	18	-	0	6
LinearSort	1	2	21	-	0	6
Main	6	1	27	-	0	2
Sorter	2	1	17	-	0	5
Sorter1	1	1	6	-	0	3
Sorter2	1	1	6	-	0	3
Sorter3	1	1	6	-	0	3
Sorter4	1	1	6	-	0	3
SortingStrategy	0	1	4	-	0	2
Total:	14	2	111	0	0	33
Implementação OA – Código Alterado						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
BubbleSort	1	1	18	-	0	6
LinearSort	1	1	21	-	0	6
Main	8	1	42	-	0	4
Sorter	0	1	6	-	0	2
Sorter1	0	1	6	-	0	2

Sorter2	0	1	6	-	0	2
Sorter3	0	1	6	-	0	2
Sorter4	0	1	6	-	0	2
StrategyProtocol (a)	1	1	9	0	1	5
SortingStrategy (a)	7	2	17	-	0	3
Total:	18	2	137	0	1	34

Tabela 27 – Resultados do padrão *Strategy*: acoplamento, coesão e tamanho

Código Original						
<i>Concern</i>	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Contexto	2	3	2	4	8	8
Papel de Estratégia	4	5	4	3	4	8
Código Alterado						
<i>Concern</i>	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Contexto	6	3	6	4	24	8
Papel de Estratégia	4	5	4	3	4	8

Tabela 28 – Resultados do padrão *Strategy*: separação de *concerns*

Resultados do Padrão State

Implementação OO – Código Original						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Main	2	1	36	-	0	7
Queue	1	2	16	0	1	6
QueueContext	1	1	4	-	0	2
QueueEmpty	2	2	14	-	0	7
QueueFull	1	2	20	0	2	10
QueueNormal	1	2	31	0	3	12
QueueState	1	1	6	-	0	7
Total:	9	2	127	0	6	51
Implementação OA – Código Original						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Main	2	1	36	-	0	7
Queue	1	1	16	0	1	6
QueueEmpty	0	2	12	-	0	4
QueueFull	0	2	14	3	2	4
QueueNormal	0	2	18	0	3	4
QueueState	0	1	6	-	0	4
QueueStateAspect (a)	5	1	33	0	3	9
Total:	8	2	135	3	9	38
Implementação OO – Código Alterado						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Main	2	1	90	-	0	15
Queue	1	2	28	0	1	10
QueueBlocked	2	2	32	26	2	18

QueueContext	1	1	4	-	0	2
QueueDisabled	2	2	26	-	0	15
QueueEmpty	3	2	28	-	0	15
QueueFull	2	2	34	16	2	18
QueueNormal	1	2	43	24	3	20
QueueState	1	1	10	-	0	15
Total:	15	2	295	66	8	128
Implementação OA – Código Alterado						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
Main	2	1	89	-	0	15
Queue	1	1	28	0	1	10
QueueBlocked	0	2	26	21	2	8
QueueDisabled	0	2	24	-	0	8
QueueEmpty	0	2	24	-	0	8
QueueFull	0	2	26	21	2	8
QueueNormal	0	2	30	15	3	8
QueueState	0	1	10	-	0	8
QueueStateAspect (a)	7	1	59	0	5	21
Total:	10	2	316	57	13	94

Tabela 29 – Resultados do padrão *State*: acoplamento, coesão e tamanho

Código Original						
<i>Concern</i>	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Contexto	3	2	8	7	12	12
Papel de Estado	4	5	15	15	1	1
Código Alterado						
<i>Concern</i>	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Contexto	3	2	12	11	28	28
Papel de Estado	4	5	15	15	1	1

Tabela 30 – Resultados do padrão *State*: separação de *concerns*

Resultados do Padrão *Abstract Factory*

Implementação OO – Código Original						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
AbstractFactory	2	1	8	-	0	4
Display	4	7	44	0	1	4
FramedFactory	4	2	24	-	0	4
Main	11	1	55	1	3	3
RegularFactory	2	2	14	-	0	4
Total:	23	7	145	1	4	19
Implementação OA – Código Original						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
AbstractFactory	2	1	8	-	0	4
Display	4	7	44	0	1	4
FramedFactory	4	2	24	-	0	4

Main	11	1	55	1	3	3
RegularFactory	0	2	8	-	0	1
AbstractFactoryEnhancement (a)	3	1	11	-	0	3
Total:	24	7	150	1	4	19
Implementação OO – Código Alterado						
Classe	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
AbstractFactory	2	1	8	-	0	4
Display	4	7	44	0	1	4
FramedFactory	4	2	24	-	0	4
FramedFactory1	4	2	22	-	0	4
FramedFactory2	4	2	22	-	0	4
Main	11	1	69	1	5	3
RegularFactory	2	2	14	-	0	4
Total:	31	7	203	1	6	27
Implementação OA – Código Alterado						
Classe/Aspecto	CBC	DIT	LOC	LCOO	NOA	WOC
AbstractFactory	2	1	8	-	0	4
Display	4	7	44	0	1	4
FramedFactory	4	2	24	-	0	4
FramedFactory1	4	2	22	-	0	4
FramedFactory2	4	2	22	-	0	4
Main	11	1	69	1	5	3
RegularFactory	0	2	8	-	0	1
AbstractFactoryEnhancement (a)	3	1	11	-	0	3
Total:	32	7	208	1	6	27

Tabela 31 – Resultados do padrão *Abstract Factory*: acoplamento, coesão e tamanho

Código Original						
<i>Concern</i>	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Fábrica	5	6	11	11	10	10
Papel de Produto	2	2	4	4	8	8
Código Alterado						
<i>Concern</i>	CDC		CDO		CDLOC	
	OO	OA	OO	OA	OO	OA
Papel de Fábrica	7	8	17	1	10	10
Papel de Produto	4	4	8	8	16	16

Tabela 32 – Resultados do padrão *Abstract Factory*: separação de *concerns*