

软件架构在巴西工业中的存在及实践现状： 一项调查的初步结果

Valdemar Vicente

Graciano Neto

Federal University of Goiás
Goiânia, GO, Brazil
valdemarneto@ufg.br

Mohamad Kassab

Boston University
Boston, USA
mkassab@bu.edu

Diana Lorena Santos

Federal University of Goiás
Goiânia, GO, Brazil
dilorena@discente.ufg.br

Andrey Gonçalves

França

Amazon Brazil
Brazil
andreygfranca@gmail.com

Edson Oliveira Jr

State University of Maringá
Maringá, PR, Brazil
edson@din.uem.br

Rafael Z. Frantz

Northwestern Regional
University of the State of Rio
Grande do Sul
Ijuí, RS, Brazil
rzfrantz@unijui.edu.br

Ahmad Mohsin

Edith Cowen University
Joondalup, Australia
a.mohsin@ecu.edu.au

Marcos Kalinowski

Pontifical Catholic University
of Rio de Janeiro (PUC-Rio)
Rio de Janeiro, RJ, Brazil
kalinowski@inf.puc-rio.br

摘要

上下文：软件架构深刻影响着软件系统的整体质量。因此，负责设计、维护和演进软件架构的专业人士必

须具备必要的知识和技能，以避免损害产品质量。**目标：**本研究旨在描述巴西公司如何将软件架构活动融入其中，并检查是否有专门的职业人员正式雇佣，如果没有，则他们的职责是如何重新分配的。**方法：**研究采用调查的方法从承担软件架构师角色（无论是正式还是非正式）的专业人士那里收集证据。然后应用描述性统计和主题分析来解释收集到的数据。**结果：**数据来自巴西 24 个州的 105 名专业人士。研究结果表明：(i) 并非所有公司都雇佣专职软件架构师；(ii) 在某些情况下，其他专业人员承担了架构职责；(iii) 即使在有正式指定架构师的组织中，其他角色也可能执行架构级别的任务。**结论：**明确被聘为软件架构师的专业人士往往比那些以不同职位名称进行类似架构活动的

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than the author(s) must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

2025, Brazil

© 2025 Copyright held by the owner/author(s). Publication rights licensed to ACM.

ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YYYY/MM

<https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn>

人获得更高的薪酬。尽管如此，许多非架构师专业人员继续从事核心架构职责，这反映了建筑师角色正式化和认可的持续变化。

Keywords

软件架构，软件构架师，巴西工业，软件专业人士

ACM Reference Format:

Valdemar Vicente Graciano Neto, Mohamad Kassab, Diana Lorena Santos, Andrey Gonçalves França, Edson Oliveira Jr, Rafael Z. Frantz, Ahmad Mohsin, and Marcos Kalinowski. 2025. 软件架构在巴西工业中的存在及实践现状：一项调查的初步结果. In *Proceedings of (2025)*. ACM, New York, NY, USA, 9 pages. <https://doi.org/10.1145/nnnnnnnn.nnnnnnnn>

1 介绍

软件架构可以通过一系列设计决策来确保质量，这些决策先于软件详细设计之前进行。它可以保证可扩展性、可用性、安全性以及现代系统 [?] 的其他重要质量属性 (QAs)。一个精心设计的软件架构需要专门的架构师，他们可以提供软件完整性的全面视图 [9]。他们架起了技术团队和业务团队之间的桥梁，将需求转化为技术要求并减少对齐风险。没有这些架构师，公司可能会面临团队负担过重和软件质量下降的风险，这可能损害业务成果。

尽管有明显的好处，许多巴西公司缺乏专职的架构师或将责任委托给其他 IT 角色，威胁到软件质量。这令人担忧，因为预计到 2029 年，巴西的软件市场将达到 125.7 亿美元，年增长率为 5.98% [25]。随着软件成为战略性的业务工具，熟练的架构师变得越来越重要。根据 Gartner 报告 [5]，组织正在经历对熟练软件架构师需求的增长，以管理复杂、分布式的系统。在类似于巴西的新兴经济体，如印度和中国，已采取了集中努力来正式化软件架构角色，以增强竞争力并确保提供可靠、高质量的软件解决方案。然而，很少有研究探索巴西公司如何整合这一角色、当前实践或发展这个职业所面临的挑战。缺乏关于软件架构师在巴西公司中扮演的角色的知识也会阻碍培训和教育（无

论是通过大学课程还是专门认证和实践课程）与行业目前采用的做法之间的适当反馈循环。

本研究通过调查当前的做法，解决了对巴西公司如何管理软件架构的理解上的空白。旨在为软件架构师的角色提供见解，并帮助改进开发流程。一项针对 27 个州中的 24 个州的 105 名专业人士的调查显示了人口统计学、公司概况、职责和薪酬方面的数据。问卷分为四个部分，提供了软件架构实践的多样化快照。通过描述性统计和主题分析，我们全面呈现了巴西软件架构的状态。

2 软件架构师的作用

软件架构涉及设计系统的要素、它们之间的关系以及指导其演化的原则 [4]。除了结构，它还体现了开发人员之间的共同理解，确保系统设计的一致性 [9]。有效的架构既是技术蓝图也是沟通媒介。软件架构师解决技术和组织挑战。Said 等人。[23] 强调模块化架构的好处，而稳定性取决于架构师的专业知识。另一项研究 [22] 将架构师的编码角色与减少错误和改善结果联系起来。在 [3] 中的研究强调了架构师对团队协作和项目成功的影响。他们的作用不仅限于设计，还包括选择技术和确保与架构愿景的一致性 [4]，这需要深入的技术和领域知识 [13]。

相关工作。关于巴西工业中软件架构师角色的研究有限。Santos 和 Ito [24] 通过对 36 名 IT 专业人士的归纳调查，考察了圣保罗的建筑起源，提供了本地化的见解。[7] 的研究使用案例研究来分析架构师在知识适应中的作用。

全球范围内，关于软件架构师的调查通常侧重于特定地区。在智利，Pérez 等人 [19] 研究了架构师对技术债务的看法，哥伦比亚也有类似的研究 [21]。多国研究 [20, 26] 提供了更广泛的见解，但并未考虑巴西的行业情况，通常抽样的是那些已经建立完善架构师团队的公司。

我们的研究范围扩大，包括了从事建筑职责但没有正式头衔的专业人士。我们调查了分布于 24 个州的 105 名专业人士，考察了他们在巴西软件架构中的角

色普遍性、责任和挑战。与之前的研究不同,我们的方法确保了全国范围内的覆盖,填补了一个关键空白,并提供了对巴西软件架构师不断演变的角色见解。

3 研究方法

研究方法基于结构化的“问卷调查”方法,这与该领域先前基于调查的研究和指南所采用的既定规程和指导方针相一致 [6, 11, 12, 15–17]。

3.1 协议和规划

本研究旨在调查巴西公司中软件架构师的存在及其作用。具体目标包括考察巴西的软件架构师的表现,识别参与软件架构的其他专业角色,评估平均薪酬范围,并绘制这些专业人士在其各自组织中所从事的活动。

鉴于目标,提出了以下研究问题 (RQ):

RQ1 - 在巴西参与软件开发或维护项目的公司有哪些特征,这些公司可能有或没有软件架构师? 本问题旨在收集关于调查受访者所任职公司的详细信息。其目的是捕捉如公司规模 (基于员工人数)、巴西境内的位置、该公司是否作为跨国公司运营,以及软件开发是核心业务活动还是支持职能等方面的信息。

RQ2 - 软件架构师在巴西公司中的普遍性和作用是什么? 本问题旨在探讨这些公司中软件架构师的存在情况,包括他们是否被正式聘为软件架构师或非正式地执行与架构相关的工作。还旨在收集这些职位的薪酬水平数据。

RQ3 - 巴西公司的软件架构实践当前状态如何? 本问题旨在了解巴西公司在软件架构师的具体职责和实践,揭示这些组织内软件架构流程的日常功能及其成熟度。

3.1.1 问卷设计. 问卷的设计旨在符合研究目标和目标人群。它主要由封闭式问题组成,旨在系统地收集受访者的 demographic data (人口统计数据)、company profiles (公司概况) 以及软件架构师的角色和责任的详细信息。该工具是基于调查研究和软件工程的最佳实践开发的,并且经过了三项试点测试:一位在软件工程方面具有专业知识的博士和两名来自行业的建筑

师。试点之后,进行了小范围的修订以提高清晰度和相关性 (例如,修改教育水平选项和薪资范围)。

问卷的最终版本包含四个部分: **第 1 节:** 知情同意和研究介绍; **第二节:** 受访者的口统计信息 (例如,年龄、性别、教育背景); **第 3 节:** 公司概况 (例如,规模、行业、软件开发作为核心或支持活动); 以及 **第 4 节:** 软件架构师的角色和实践 (例如,主要活动、薪酬、每个项目的架构师人数)。问题列表见表 1。

3.1.2 目标人群和抽样策略. 本研究的目标人群包括在巴西各行业中担任软件架构师角色 (无论是正式的还是非正式的) 的专业人士。采样策略采用了便利抽样和滚雪球抽样的方法,初始参与者是通过 Slack、LinkedIn、WhatsApp 和 Telegram 群组邀请加入的。鼓励参与者将调查分享给同行,以扩大研究范围。

3.2 数据收集和监控

问卷是在线分发的。邀请通过线上 IT 社区、定向电子邮件以及专业社交平台上的共享链接发送。参与是自愿的,没有提供任何经济激励。对回答进行了重复检查,并丢弃了任何不完整或冲突的条目。在 111 个初始响应中,有 105 个被认为有效可用于分析。未回答所有问题的参与者其缺失数据通过列表删除处理,确保只有完整的数据集被纳入分析。最终的回答集合代表了 27 个巴西州中的 24 个州的不同公司规模、行业和地区范围。受访者在年龄、性别、教育背景和专业工作经验方面有所不同,确保了该国软件架构职业的广泛代表性。

3.3 数据分析

收集的数据使用描述性统计和开放式回答的主题分析相结合的方法进行了分析。封闭式问题被量化,提供了关于软件架构师的普遍性、角色以及不同公司中的薪酬范围的见解。我们遵循 [1] 所概述的分析协议进行了主题分析。主题分析是一种用于识别、分析和解释定性数据中模式的方法,为获取有关研究现象的数据提供了一种灵活而强大的工具。主题从数据中自然涌现出来,而不是在收集和分析数据之前预先定义 [8]。

表 1: 抽取形式及与研究问题的对应关系。问题类型: 开放问题（基于文本的）= OQ; 闭合问题（多项选择）= CQ.

标识符	问题和选项（针对封闭式问题）	RQ
OQ01	How old are you?	-
CQ01	What is your gender? (Male, Female, I prefer not say it)	-
OQ02	What is your city and state?	-
CQ02	What is your education level? (Elementary School, High School, Undergraduate Studies in Progress, Undergraduate Degree, Postgraduate Lato Sensu (Specialization, MBA), Master's Degree, Doctorate (Ph.D.))	-
关于公司的问题		
OQ03	What is the company name?	RQ1
CQ03	Is software production an end activity? i.e, is a software production or other business, but who develops software for internal consumption? (Software development is a core activity; It is a company from another sector but develops software for internal use.)	RQ1
CQ04	What is the company's field of activity? (Software Production, Military, Financial, Educational, Governmental, Others)	RQ1
CQ05	Is the company multinational? (Yes, No)	RQ1
CQ06	Does the company have branches? (Yes, No)	RQ1
CQ07	If yes, do you work at the head office or at a branch? (Headquarters, Branch, Not applicable)	RQ1
CQ08	What is the number of employees in the unit where you work? (0-10; 11-30; 31-50; 51-100; 101-1000, More than 1000)	RQ1
CQ09	What is the size of the company? (Microenterprise, Small-sized Company, Medium-sized Company, Large-sized Company)	RQ1
OQ04	How many years has the company been in the market?	RQ1
OQ05	How many customers do you have on average?	RQ1
OQ06	How many projects do you have in progress?	RQ1
CQ10	What is the company's sector? (Public, Private)	RQ1
关于建筑师的作用的问题		
CQ11	Has anyone in the company been hired specifically to fill the software architect position? (Yes, No)	RQ2
OQ07	If so, what are the main activities performed by this professional?	RQ3
OQ08	If yes, how many software architects are there in your company?	RQ2
CQ12	There is someone in the company who performs software architect activities but who does not exercise this function formally? That is, he is a programmer, manager or other role, but perform architecture activities? (Yes, No)	RQ3
OQ09	If yes, how many professionals fit in this case?	RQ2
CQ14	What is the company's software architect monthly salary range? (Up to R\$ 2,500.00, Between R\$ 2,501.00 and R\$ 4,000.00, Between R\$ 4,001.00 and R\$ 8,000.00, Between R\$ 8,000.00 and R\$ 10,000.00, Between R\$ 10,000.00 and R\$ 20,000.00, Above R\$ 20,000.00, Not Applicable)	RQ2
CQ15	If there is someone who is not an architect but acts as an architect, what is the salary of that professional? (Up to R\$ 2,500.00, Between R\$ 2,501.00 and R\$ 4,000.00, Between R\$ 4,001.00 and R\$ 8,000.00, Between R\$ 8,000.00 and R\$ 10,000.00, Between R\$ 10,000.00 and R\$ 20,000.00, Above R\$ 20,000.00, Not Applicable)	RQ2
OQ10	How long have professionals in your company been working as architects?	RQ3
OQ11	How many architects are there per project?	RQ3
CQ13	Is there an architect who works on more than one project? (Yes, No, Not Applicable)	RQ3

数据经过了编码过程，在此过程中系统地审查文本以提取有意义的片段。这些片段随后根据其基本主题思想进行了标记，从而促进了数据的组织和分类。

4 结果的沟通

4.1 人口统计学

通过 Google 表单收集的数据集是公开可访问的¹。在收到的有效回复中，受访者的平均年龄为 32.79 岁，中位数年龄为 30 岁。年龄范围从最年轻的 19 岁到最年长的 56 岁（图 1）。大多数受访者，共 91 人（86.67%），自认为是男性，而 14 人（13.33%）自认为是女性，如图 1 所示。在教育资格方面，30 名受访者（28.57%）完成了高等教育，27 人（25.71%）持有广义上的研究生学位（专业或 MBA），23 人（21.91%）获得了硕士学位，17 人（16.19%）正在攻读本科学位，7 人（6.67%）拥有博士学位，而一名受访者（0.95%）正就读于硕士项目中。数据中识别了 70 家不同的公司。75 名受访者（71.42%）提供了其公司的名称（其中 5 个来自这 70 家不同公司之一），30 名受访者（28.57%）选择不回答此问题。

调查收到了来自巴西 37 个城市的专业人士的回复，其中 22 个是州首府。然而，并未收到波托韦洛（罗赖马）、博阿维斯塔（朗多尼亚）、若昂佩索阿（帕拉伊巴）、贝洛奥里宗特（米纳斯吉拉斯）或马卡帕（阿玛帕）这些首府的回复。在巴西 27 个州（包括 26 个州和联邦区）中，收到了来自 24 个州的回复，而阿马帕、朗多尼亚和罗赖马没有代表。图 1 描述了这样的结果。

以下各节展示了基于定义的研究问题（RQs）的结果，并由图 2 支持。请注意，“-1”和“不适用”意味着受访者无法提供此类数据。

4.2 RQ1: 公司特征

研究问题 1（RQ1）关注的是雇佣受访者的公司的特征。在 105 名受访者中，60%的人表示他们所在公司的

¹https://docs.google.com/spreadsheets/d/1cbKHUZgcSC0lvr5z4FyeFeYE3_jqJmWAZSieNBx3ZM/edit?usp=sharing

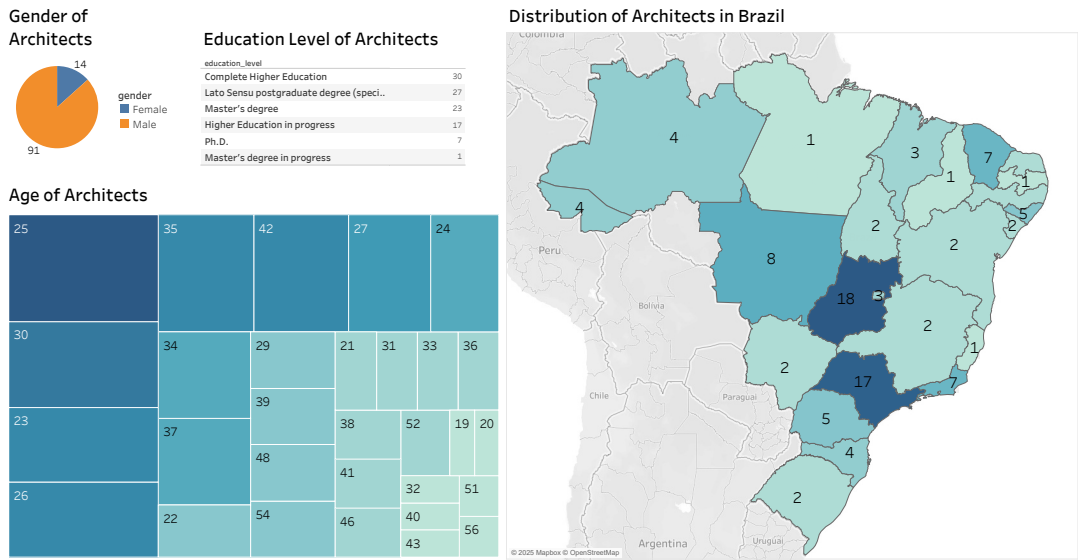
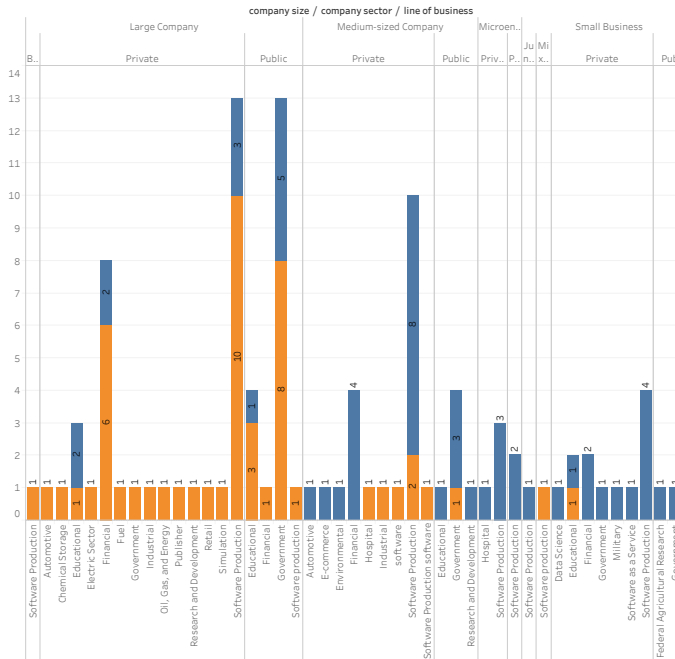


图 1: 调查人口统计学

Company Business Line, Size, Sector, and Branch



Software Architect Characterization

work at the head office or at a branch						
				Branch company		Headquarters company
line of busi..	company si..	SA works > 1 project?	hired as SA?	#SA	#SA per..	#prof. a..
Automotive	Large Comp..	Yes	Yes	50	2	-1
Chemical St..	Large Comp..	No	No	-1	-1	-1
Educational	Large Company	Not Applicable	No	-1	2	10
		Yes	No	-2	3	9
	Small Busin..	Not Applicable	No			
Electric Sec..	Large Comp..	No	Yes		-1	-1
Financial	Large Company	Not Applicable	No	-1	-1	-1
		Yes	Yes	-1	-1	-1
Fuel	Large Comp..	Not Applicable	No	-1	-1	1
Government	Large Company	Yes	No	-2	1	26
			Yes	145	1	-2
	Medium-siz..	Yes	No		-1	2
	Small Busin..	Not Applicable	No		-1	-1
Hospital	Medium-siz..	Not Applicable	No		-1	-1
Industrial	Large Comp..	Yes	Yes		5	1
	Medium-siz..	Yes	No		-1	2
Oil, Gas, an..	Large Comp..	Yes	Yes	1,000	1	200
Publisher	Large Comp..	Yes	No		-1	1
Research and Develo..	Large Comp..	Not Applicable	No		-1	-1
	Medium-siz..	Yes	Yes		3	2
Retail	Large Comp..	Yes	Yes		15	-1
Simulation	Large Comp..	Not Applicable	No	-1	-1	5
software	Medium-siz..	Yes	Yes		3	2
Software Production	Large Company	No	Yes	10	2	-1
		Not Applicable	No			
		Yes	No		-1	200
			Yes	30.165	46	0
	Medium-sized Comp..	Yes	No		-1	-1
	Small Busin..	Yes	Yes		3	1
Software P..	Medium-siz..	Yes	No	8	1	-1

图 2: 公司和软件架构师特征描述

主营业务是软件生产，而 39% 的人为其他开发内部使用软件的行业工作。一位受访者代表了一家主要专注于 IT 服务消费的公司。

公司部门: 大多数受访者 (37%) 在软件行业工作。政府 (19%) 和金融 (14%) 紧随其后，教育占比 10%。医疗、工业和研发部门各自占 2%，而能源、汽车和电子商务等小众领域合计占 13%。

公司扩展: 大多数受访者 (74%) 为国内公司工作, 而 26% 的受访者则在跨国公司任职。大约一半的公司 (49%) 设有分支机构。在这些公司中, 大多数受访者在总部工作, 较少的人在分公司工作。

员工数量: 回答者中最大的一组 (35%) 在拥有 101 至 1,000 名员工的公司工作。大约 21% 的人在超过 1,000 名员工的大公司工作, 而 16% 的人在拥有 11 至 30 名员工的小公司工作。其余人则在不同规模的公司工作。

公司年龄和客户基础: 大多数公司 (37%) 的年龄在 11 到 30 年之间, 而 26% 的公司年龄不到 10 年。有一家公司运营时间超过 500 年。关于客户基础, 22% 的受访者表示他们所在的公司服务 1 – 10 个客户, 16% 的分别在服务 11 – 100 或 101 – 15,000 个客户的公司工作。大约有 17% 的人报告称他们在服务超过 1 百万个客户的公司工作。

并行项目: 大多数公司 (44%) 同时处理不超过 10 个项目, 24% 的公司同一时间管理 11 – 50 个项目。一小部分 (9%) 管理超过 1,000 个项目, 而 11% 提供的数据不明确。

4.3 RQ2: 建筑师的存在性研究

研究问题 2 (RQ2) 调查软件架构师在公司中的角色和存在情况、他们的活动以及薪酬结构。

软件架构师的存在: 在 105 名受访者中, 59% 表示他们的公司没有专门的软件架构师, 而 41% 确认存在这样的角色。然而, 68% 提到有人虽然没有正式的软件架构师头衔但仍承担了这一职责, 而 32% 表示他们组织内没有人承担这个职能。

当被问及公司中有多少建筑师时, 27% 的受访者表示他们有不超 10 名建筑师, 6% 的受访者表示他们有 11 到 50 名之间, 只有 3% 的受访者表示他们有多于 50 名。值得注意的是, 63% 的受访者要么提供了不确定的答案, 要么不知道。就每个项目的建筑师数量而言, 42% 的公司每个项目只有一个建筑师, 有少量报告说有更多的。然而, 关于这一点的回答中有 44% 是不确定的。

受访者经验: 关于经验水平, 44% 的专业人士拥有 1 到 5 年的工作经验, 23% 的人拥有 6 到 10 年的经验, 而

少数人拥有超过 11 年的工作经验。大约 28% 的受访者表示这个问题不适用。

软件架构师和执行架构师职责的非架构师的薪酬: 就薪酬而言 (转换为美元), 23% 的软件架构师每月收入在 2000 到 4000 美元之间, 而 19% 的收入在 800 到 1600 美元之间。一小部分人月收入超过 4000 美元, 约 46% 的受访者没有提供薪酬信息。对于那些从事架构工作但没有正式头衔的人来说, 28% 的人月收入在 800 到 1600 美元之间, 18% 的人收入超过 2000 美元, 35% 的人未提供相关数据。

4.4 RQ3: 软件架构师实践

主题分析显示, 巴西 IT 公司的软件架构师参与了多种活动, 这些活动被归类为七个主要主题 (图 1)。对访谈回应的主题分析表明, 巴西 IT 公司的软件架构师承担了多方面的活动, 这些活动可以归纳为七个主要主题。

软件开发在软件架构师中最为常见 (报告了 27 次), 涉及直接参与编码、模块实现和贡献代码库。这种亲自动手的参与确保架构师对设计系统保持深刻的技术理解。技术上, 这一角色要求精通 Java、C# 或 Python 等编程语言, 熟悉 Spring Boot 或 .NET Core 等开发框架, 并遵守编码标准和最佳实践。架构师经常参与代码审查并为持续集成和部署管道做出贡献, 利用敏捷方法进行迭代式开发。这与全球趋势一致, 即架构师平衡设计和实现, 确保架构决策基于实际可行性 [2]。

架构设计是另一个重要的角色 (报告了 25 次实例), 需要深入了解微服务或事件驱动架构等建筑模式, 以及 SOLID 或 DRY 等设计原则。建筑师使用建模语言如 UML 来创建表示系统组件和交互的图表, 并利用 Enterprise Architect 等工具。

定义技术解决方案需要与业务需求保持一致, 这也是一个关键职责 (在 20 个实例中报告)。架构师分析利益相关者的需求, 将它们转化为技术规范, 并设计能够满足功能和功能性要求的解决方案。这包括需求工程和技术评估, 考虑性能、成本和安全性等因素来权衡不同技术之间的取舍。研究表明, 架构师参与

解决方案定义可以显著降低因技术交付成果与业务目标不一致而带来的项目风险 [4]。

提供技术指导和支持向开发团队提供支持是另一项职责，尽管较少被提及（报告了 15 例）。这包括促进知识转移、进行培训课程以及推广最佳的编码和设计实践。架构师通常在团队中担任技术顾问的角色，帮助解决问题和决策。

架构师还负责将**对齐技术战略**与业务目标相结合（报告了 14 次）。这包括评估新兴技术如 AI/ML，并确定其在组织环境中的适用性。从技术层面来说，这需要紧跟行业趋势并评估采用新技术对现有系统的影响。

一些架构师承担**项目管理**职责（报告了 10 次实例），监督时间线、资源分配和可交付成果。这一角色连接技术与管理领域，需要了解项目管理方法论如 Scrum 或 PMBOK。架构师协调跨职能团队，管理相关方的期望，并确保项目符合范围、预算和质量标准。

最后，架构师在组织内的**推动创新**中发挥着作用（报告了 7 次）。他们研究并实验前沿技术，原型化新的解决方案，并促进持续改进的文化。从技术上讲，这可能涉及使用无服务器计算等新兴技术开发概念验证，或探索新的架构范式。全球研究表明，架构师在推动创新方面至关重要，那些赋予架构师探索新技术权力的组织报告了 [10] 的创新能力。

5 讨论

本研究考察了巴西公司中的软件架构实践，揭示了软件架构师的正式认可、职责和薪酬结构方面存在显著差异。这些差异突显了将软件架构角色与组织目标及全球市场快速变化的需求相协调所面临的系统性挑战。非指定专业人员对架构责任的非正式委托可能会对软件系统的完整性、可扩展性和可维护性构成风险。

关于**公司特征（研究问题 1）**，我们可以从数据中注意到大多数公司相对成熟（37% 的公司在 11 至 30 年之间）。相当一部分公司非常年轻（26%，不足 10 年），并且有一个显著的异常值：一家运营超过 500 年的公司，表明样本中至少包括一个极其历史悠久的机构（银行）。小型公司（服务 1-10 名客户）相对常见（占比 22%），但也有相当比例的中型公司（分别为 16%，

服务于 11-100 名和 101-15,000 名客户）。值得注意的是，有 17% 的公司为拥有超过 100 万客户的大型企业工作。

大多数公司（44%）管理少量的并行项目（不超过 10 个），表明其项目管理相对集中。一部分公司（24%）管理 11 – 50 个项目。极少数公司（9%）管理超过 1,000 个项目，这表明存在非常大/复杂的组织。11% 的不明确数据表明在报告项目定义方面可能存在一些挑战。

我们可以观察到，巴西的公共部门组织表现出技术与协作职责更为均衡的分布。全球范围内，政府 IT 项目通常强调合作和知识转移，以确保公共服务保持可靠和可访问。这种做法与其他国家的观察结果一致，在这些国家中，公共部门组织优先考虑稳定性和合规性，确保其系统在长期内具有可持续性 [18]。

当涉及到**角色和建筑师的存在（研究问题 2）**时，数据显示巴西的软件架构工作经常是非正式进行的，许多受访者对架构师的数量或他们被分配到项目的情况缺乏清晰的认识。这种做法很常见，但该角色的形式化程度仍然有限。软件工程领域的研究表明，形式化软件架构师的角色对于确保系统在设计时考虑到可扩展性、可维护性和安全性至关重要。[14] 的一项研究强调，忽视正式架构角色的组织经常因返工、系统重构和意外的维护工作而面临成本增加。对于希望提升竞争力并提供高质量软件解决方案的巴西公司而言，认可和支持软件架构师的角色是一项战略性的必要举措。

当谈到**软件架构师实践（RQ3）**时，我们从数据中观察到环境导致了对核心技术活动（如软件开发和架构设计）的高度重视，这可以确保技术的一致性，但也令人担忧，因为这些角色之间存在一些重叠。这也需要更多的调查。

我们还对数据进行了三角验证，以获得其他见解。从这些信息中，我们获得了额外的发现。共有 43 家公司报告称其团队中有架构师，而 21 家表示他们有人非正式地承担软件架构师的角色。这令人有些担忧，因为这意味着在报告拥有软件架构师的公司中，48.84% 也表明公司内部有人非正式地担任软件架构师

的角色,但没有正式以该头衔聘用。这就需要进一步调查来了解这种现象发生的原因。

在分析软件架构师主要存在于将软件开发作为核心活动的公司时,我们发现 63 家公司表示软件开发是其核心活动。在这其中将软件开发视为核心活动的公司中,有 32 家公司专门聘请了软件架构师来担任这一角色。这表明,在所有被调查的拥有软件架构师的公司中,约有 27% 的主要从事软件开发作为其核心活动。此外,这也显示出大约一半将其主要活动定为软件开发的公司并没有正式雇佣软件架构师,这一点也令人担忧。更加令人不安的是:在那些将软件开发视为核心活动并专门聘请了软件架构师来担任这一角色的公司中,只有 2 家被归类为小型企业;这意味着中型和大型企业并不重视在其团队中拥有软件架构师。然而,我们观察到,在将软件开发作为核心活动的公司中,平均拥有更多软件架构师(平均 3.5 人),相比之下,在那些将软件开发视为次要活动或内部使用的公司中,这一数字约为 2 名架构师。

我们还调查了各地区软件架构师的平均月薪范围。在分析调查数据后,发现巴西每个地区的最高薪酬如下:北部地区的亚马逊州(AM)提供了最高的薪资为 20,000.00 雷亚尔;东北部地区的塞阿拉州(CE)提供的最高薪资为 20,000.00 雷亚尔;中西部地区的戈亚斯州(GO)提供了最高的薪资为 20,000.00 雷亚尔;东南部地区的圣保罗州(SP)提供最高的薪资为 20,000.00 雷亚尔;南部地区的南里奥格兰德州(SC)提供的最高薪资为 20,000.00 雷亚尔。在回顾调查数据时,没有公司在进行调查时提供了超过 20,000.00 雷亚尔的软件架构师薪酬。

我们也分析了在不同州工作的建筑师所执行的活动是否存在显著差异。我们发现了以下数据,仅考虑部分州以满足空间限制:圣保罗(10 项独特活动),里约热内卢(8 项独特活动)戈亚斯(7 项独特活动),南大河地(6 项独特活动)和亚马逊州(5 项独特活动)。这种变化表明软件架构师的专业角色在各州之间确实存在显著差异,圣保罗拥有最多样的活动集。

在分析调查数据后,发现跨国公司软件架构师的最高月薪为 R\$ 20,000.00,而国内公司软件架构师的最

高月薪也为 R\$ 20,000.00。这表明跨国公司和国内公司都提供了相似的最高薪资范围给软件架构师。

5.1 有效性威胁和局限性

时间范围。我们的研究是在新冠疫情期间(2020 – 2021 年)进行的,可能无法完全反映当前的实际情况,特别是在建筑师的角色和薪酬方面,这些情况可能会因为经济变化而有所改变。尽管科技行业经历了重大变革,调查结果仍然捕捉到了一个特定时期的情况。尽管如此,我们庞大的样本量和全国范围的研究提供了宝贵的见解,尤其是考虑到巴西在此之前缺乏相关研究。

人口。我们调查了遍布 24 个州的 105 家巴西公司,提供了广泛的全国代表性。与较小的研究(例如,72 名、32 名和 100 名受访者)相比,我们的研究呈现了一个更全面的行业视角。尽管样本量存在局限性,但我们的广泛覆盖面增强了有效性。

定性分析。我们的主题分析存在局限性,例如在识别主题时的研究者偏见和数据饱和度不完整。参与者偏见也可能影响回答。为缓解这一问题,一位研究者进行了初步编码,其他人则审查了发现结果以确保可靠性。

6 最终评论

我们的研究揭示了巴西公司在软件架构师的识别和薪酬方面存在关键缺陷,并且地区差异显著。将架构任务分配给非专业人员可能损害软件质量,尽管直接参与开发的企业与全球标准更加一致,这表明行业有改进的潜力。

为了保持竞争力,巴西公司必须采纳全球性的建筑实践,整合人工智能驱动的设计、云原生解决方案以及通过基础设施即代码(IaC)实现的自动化合规性。这些创新提高了效率,但需要重新定义架构师的角色,注重适应能力。未来的研究应探索技术整合,并将巴西与印度和智利等市场进行比较以寻找最佳实践。解决这些差距并拥抱技术可以推动巴西软件产业的发展,改善项目成果和经济影响。

文物可用性

数据和高分辨率图形可以在 <https://doi.org/10.5281/zenodo.15252127> 获取。

References

- [1] Adam Alami, Peter Axel Nielsen, and Andrzej Wasowski. 2020. A Tailored Participatory Action Research for Foss Communities. *Empirical Softw. Engg.* 25, 5 (sep 2020), 3639 – 3670.
- [2] Muhammad Ali Babar. 2009. An exploratory study of architectural practices and challenges in using agile software development approaches. In *ECSEA*. IEEE, 81–90.
- [3] Ashraf Bany Mohammed, Hazar Hmoud, Luay Sultan, and Husam Yaseen. 2024. The influence of remote work on scrum-based information technology projects management: insights for success. *The TQM Journal* (2024).
- [4] Len Bass, Paul Clements, and Rick Kazman. 2012. *Software Architecture in Practice* (3rd ed.). Addison-Wesley Professional, Indianapolis, Indiana, USA.
- [5] Brian Burke. 2020. Top strategic technology trends for 2021. *Gartner* (2020).
- [6] Istvan David et al. 2023. Collaborative Model-Driven Software Engineering - A systematic survey of practices and needs in industry. *JSS* 199 (2023), 111626.
- [7] Mayara Costa Figueiredo, Cleidson RB De Souza, Marcelo Zílio Pereira, Rafael Prikladnicki, and Jorge Luis Nicolas Audy. 2014. Knowledge transfer, translation and transformation in the work of information technology architects. *Information and Software Technology* 56, 10 (2014), 1233–1252.
- [8] Uwe Flick. 2022. An introduction to qualitative research. *An introduction to qualitative research* (2022), 1–100.
- [9] M. Fowler. 2003. Design - Who needs an architect? *IEEE Software* 20, 5 (2003), 11–13. doi:10.1109/MS.2003.1231144
- [10] David Garlan, Felix Bachmann, James Ivers, Judith Stafford, Len Bass, Paul Clements, and Paulo Merson. 2010. *Documenting Software Architectures: Views and Beyond* (2nd ed.). Addison-Wesley Professional, Westfold, Massachusetts.
- [11] Mark Kasunic. 2018. Designing an Effective Survey.
- [12] Barbara A Kitchenham et al. 2002. Preliminary guidelines for empirical research in software engineering. *IEEE TSE* 28, 8 (2002), 721–734.
- [13] Philippe Kruchten. 2008. What do software architects really do? *JSS* 81, 12 (2008), 2413–2416.
- [14] Philippe Kruchten, Henk Obbink, and Judith Stafford. 2006. The Past, Present, and Future for Software Architecture. *IEEE Software* 23, 2 (March 2006), 22–30.
- [15] Bruno Gabriel Araújo Lebtog et al. 2022. Strategies to Evolve ExM Notations Extracted from a Survey with Software Engineering Professionals Perspective. *J. Softw. Eng. Res. Dev.* 10 (2022), 2:1–2:24.
- [16] Johan Linåker, Sardar Muhammad Sulaman, Rafael Maiani de Mello, and Martin Höst. 2015. *Guidelines for Conducting Surveys in Software Engineering*. Department of Computer Science, Lund University.
- [17] Jefferson Seide Molléri, Kai Petersen, and Emilia Mendes. 2016. Survey Guidelines in Software Engineering: An Annotated Review. In *ESEM '16: Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 58, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/2961111.2962619>
- [18] United Nations. 2020. E-government survey 2020. Digital government in the decade of action for sustainable development.
- [19] Boris Pérez et al. 2019. Familiarity, causes and reactions of software practitioners to the presence of technical debt: a replicated study in the chilean software industry. In *SCCC*. IEEE, 1–7.
- [20] Boris Pérez et al. 2021. Technical debt payment and prevention through the lenses of software architects. *IST* 140 (2021), 106692.
- [21] B Pérez, D Correal, and F H Vera-Rivera. 2020. How do software architects perceive technical debt in Colombian industry? An analysis of technical debt causes. *Journal of Physics: Conference Series* 1513, 1 (mar 2020), 012003.
- [22] Inayat Rehman, Mehdi Mirakhorli, Meiyappan Nagappan, Azat Aralbay Uulu, and Matthew Thornton. 2018. Roles and impacts of hands-on software architects in five industrial case studies. In *ICSE*. 117–127.
- [23] Mehdi A. Said, Lahcen Belouaddane, Soukaina Mihi, and Abdellah Ezzati. 2025. Modulith Architecture: Adoption Patterns, Challenges, and Emerging Trends. *International Journal of Computing* 17, 1 (2025), 1–16.
- [24] M. Santos, M. A. Ito. 2013. Um estudo sobre a profissão de arquiteto de software em empresas de são Paulo. *Boletim Técnico da FATEC-SP* 35 (2013), 35–40.
- [25] Statista. 2024. Software - Brazil. <https://t.ly/x2Epb> [Online; posted 2024].
- [26] Zhiyuan Wan and othes. 2023. Software Architecture in Practice: Challenges and Opportunities. In *ESEC/FSE*. ACM, 1457 – 1469.